موسوعة

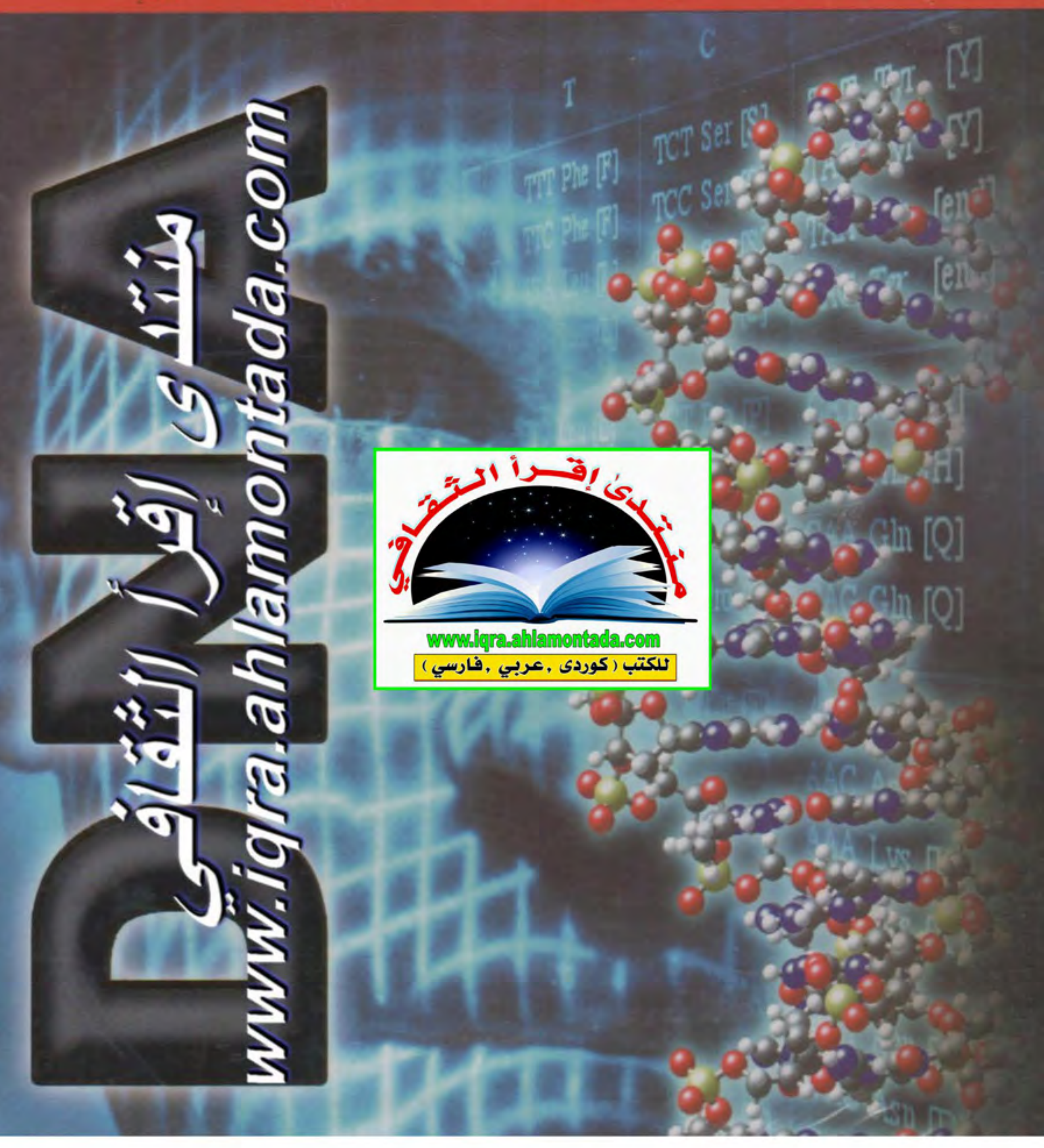
تكنولوجيا الحامض النووي في مجال الجريمة

د. عبد الباسط محمد الجمل

مروان عادل عبده

الجزء الأول

بصمة الحامض النووي .. المفهوم والتطبيق



موسوعة

تكنولوجيا الحامض النووى فى مجال الجريمة

الجزء الأول

بصمة الحامض النووى .. المفهوم والتطبيق

د/ عبد الباسط محمد الجمل
المركز القومى للبحوث

مروان عادل عبده
ماچستير العلوم الأمنية





عنوان الكتاب : بصمة الحامض النووى .. المفهوم و التطبيق

المؤلفان : د/ عبد الباسط محمد الجمل – مروان عادل عبده

الطبعة الأولى : يوليو ٢٠٠٦

الناشر : دار العلم للجميع – ١٤٣ تقسيم ضباط الشرطة – المعصرة – القاهرة

جرافيك : م. هانى مجدى

تنفيذ وإخراج : أ. رانيا سمير

مراجعة لغوية : أ. خالد الزغبى

التجهيزات الفنية : مطابع الشرطة للطباعة والنشر والتوزيع – الدراسة – القاهرة

تصنيف الكتاب : جنائى ، أمنى ، بيولوجى ، طب شرعى

التصنيف العربى : ٣٦٣,٢٣ ع . ج . ب

رقم الإيداع : ٩٩٩٢/ ٢٠٠٦

الترقيم الدولى : ISBN ٨ ٠٢ ٦١١٣ ٩٧٧


بسم الله الرحمن الرحيم
﴿ وَجَاءُوا عَلَى قَمِيصِهِ بِدَمٍ كَذِبٍ قَالَ بَلْ سَوَّلَتْ لَكُمْ أَنْفُسُكُمْ أَمْرًا فَصَبْرٌ جَمِيلٌ وَاللَّهُ الْمُسْتَعَانُ عَلَى مَا تَصِفُونَ ﴾
صدق الله العظيم
(سورة يوسف «الآية ١٨»)


إهداء
إلــــــــى
أسرة هيئة الشرطة
إلــــــــى
أسرة الهيئة القضائية
إلــــــــى
العاملين فى مجال العدالة
إلــــــــى
رجال المحاماة والطب الشرعى
إلــــــــى
كل المهتمين .. نهدى هذا العمل لعل فيه مايفيد الجميع
وعلى الله قصد السبيل ،،،
المؤلفـان

قبل أن تقرأ

من المؤكد أن استفسارات عديدة طرأت على ذهنك مع كل حادثة أو جريمة دولية، أو محلية يتم الإعلان عن استخدام بصمة الحامض النووى فيها ، سواء كنت ضابط شرطة أو رجل قضاء أو طبيباً شرعياً أو محامياً أو قارئاً يريد الاستزادة .

من تلك الاستفسارات التى نتوقع أنها طرأت على ذهنكم : ما المقصود ببصمة الحامض النووي؟

وأين يوجد هذا الحامض النووى ؟ وهل يعتبر دليلاً قاطعاً فى مجال إثبات أو تحديد الهوية ؟ وأى عينات يتم رفعها من مسرح الجريمة أو الحدث لتكون مصدراً لعزل الحامض النووى ؟ وماذا يتم داخل المعمل من تحاليل لتحديد بصمة الحامض النووى ؟

ومن الاستفسارات المتكررة على الأذهان :

هل يمكن أن توجد أخطاء فى تحاليل تحديد بصمة الحامض النووى ؟ وإن وجدت ما هى ؟

وكيف تؤثر على نتيجة التحاليل وكيف يمكن تلافيها ؟

ماذا يهم ضابط الشرطة فى بصمة الحامض النووى ؟

ماذا يهم الطب الشرعى فى بصمة الحامض النووى ؟

ماذا يهم رجل القضاء فى بصمة الحامض النووى ؟

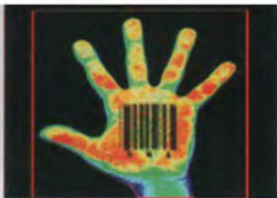
ماذا يهم المحامى فى بصمة الحامض النووى ؟

وماذا يهم المواطن فى بصمة الحامض النووى ؟

وكيف يمكن استخدام بصمة الحامض النووى فى القضايا الجنائية والجنسية وقضايا البنوة و النسب والقضايا الأمنية المختلفة خاصة الحوادث الإرهابية ؟

كل تلك الاستفسارات من المؤكد أنها طرأت على ذهنك قبل أن تقرأ هذا الكتاب، لكن بعد أن تقرأ صفحات هذا الكتاب ستجد الإجابة على كل استفسار ، كما سيحدث اكتمال للمعلومات سواء لرجل الشرطة الذى كان يحصل على المعلومة الفنية من خبير بصمة الحامض النووى ، أو للخبير الذى كان يحصل على المعلومات الجنائية المتعلقة بهذا الأمر من ضابط الشرطة .





يقدم لك هذا الكتاب سائر المعلومات الفنية والأمنية المتعلقة ببصمة الحامض النووى ، فى شكل متكامل سلس وسهل وبمنهجية عملية وعلمية .

وهو الأحدث فى تناول الإثبات الجنائى باستخدام تطبيقات بصمة الحامض النووى، ويتناول مفهوم بصمة الحامض النووى وتطبيقاتها وتقنياتها، وهو جزء من عمل موسوعى نخطط لإنجازه ليقدم أحدث التقنيات الجزيئية للتعرف على هوية الأشخاص مما يفيد كثيراً فى مجال التحقيق الجنائى، تطبيقاً لشعار العلم للأمن.

ويبقى أن نعبر فى كلمة موجزة عن عميق امتناننا وتقديرنا لكل من ساهم برأى أو جهد فى إعداد هذا الكتاب ، ونخص بالشكر الأساتذة والزملاء الذين تناقشنا معهم وتبادلنا الفكر والآراء حول موضوع الكتاب ، وأسرة مطبعة الشرطة وجميع العاملين فيها ، وشركة بروميديا منتجة الكتاب.

ونتوجه إلى الله – سبحانه وتعالى – بالحمد والشكر أن وفقنا لإنجاز هذا العمل آملين أن يكون علماً نافعاً.

بسم الله الرحمن الرحيم

«الحمد لله الذى هدانا لهذا وما كنا لنهتدى لولا أن هدانا الله»

صدق الله العظيم

والله الموفق

المؤلفان

محتويات الكتاب

محتويات الكتاب

محتويات الكتاب

مقدمة

كان اعتماد الإثبات الجنائى على تقديم أدلة ارتكاب مجرم ما لجريمة ما يعتمد على الوسائل التقليدية للبحث الجنائى ، من خطة بحث ، وطرق رفع البصمات الخاصة بالأصابع ، ثم تطورت وسائل الإثبات وتم استخدام البصمات البيومترية، كبصمة الأذن ، وبصمة العين ، وبصمة طابع الأسنان ، وبصمة الوجه ، وبصمة الصوت ... إلخ .

ولكن مع تقدم البيولوجيا الجزيئية وتكنولوجيا الحامض النووى بدأ العلماء يتعرفون على التتابعات الدناوية المميزة للفرد ، وهو ما عرف ببصمة الحامض النووى DNA Fingerprint ، وكان ذلك فى بداية الثمانينيات عندما استطاع العالم البريطانى (أليك جيفرى) اكتشاف بصمة الحامض النووى ، ثم تتابعت تقنيات البصمة الوراثية باستخدام تكنيك تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR) ، ثم استخدام الدنا الميتوكونديرى ، ثم استخدام تكنيك قراءة التتابعات DNA-Sequencing .

إن عينة دم أو خصلة شعر أو بقعة بول أو قطعة عظم أو كشط خلوى أو عينة مخاط أنفى أو فموى أو سيجار أو حيوانات منوية .. إلخ ، تقودك إلى تحديد هوية الجانى من خلال عزل الحامض بتلك العينة ، ثم يتم تحديد البصمة الوراثية له ، ويتم بعد ذلك عزل الحامض النووى من المتهمين ، ومقارنة البصمات الوراثية للأحماض النووية المعزولة من العينات المرفوعة من مسرح الجريمة مع البصمات الوراثية للأحماض النووية المعزولة من المتهمين ، ليتم تحديد هوية الموجودين فى مسرح الجريمة .

إن عينة من الحيوانات المنوية للذكر من داخل مهبل الأنثى ، أو من المتناثرات المنوية والجنسية الموجودة على الملابس ، أو من خلال مسحة شفوية من على شفاه الضحية ، يتم عزل الحامض النووى وعمل البصمة الوراثية وتحديد هوية الجانى .. وهكذا يصبح من المحال على الجانى أن يدفن الدليل الذى يؤدى للتعرف عليه ، لأنه لابد أن تسقط عينة بيولوجية تدل عليه فى مكان جريمة .

ولأهمية تطبيقات بصمة الحامض النووى بشكل عام للجهات القضائية والطب الشرعى والمحامين ولضباط الشرطة والعاملين بقطاعات البحث الجنائى والإنتربول ومكافحة الإرهاب ، كان اهتمامنا بإعداد هذه الموسوعة التى تعتبر الأولى من نوعها على مستوى العالم العربى ، حيث نعرض فى الفصل الأول تركيب الحامض النووى وأنواعه ووظيفته.

ثم نعرض فى الفصل الثانى للجينوم وعلاقته ببصمة الحامض النووي، أما الفصل الثالث فيعرض لمفهوم وتكنيكات بصمة الحامض النووي، ويناقش الفصل الرابع أنواع المصادر البيولوجية للحامض النووى المتمثلة فى العينات المرفوعة من مسرح الجريمة وطريقة التعامل ورفع كل عينة ، ويتناول الفصل الخامس طرق التعامل مع العينات فى عزل الحامض النووى داخل المعمل ، وأخيراً يناقش الفصل السادس التطبيقات المختلفة لبصمة الحامض النووى ، ثم الخاتمة .

وقد حرصنا على تزويد الكتاب بالعديد من الصور الواضحة الملونة الموضحة لكل حالة ولكل عينة ، وطريقة الرفع من مسرح الجريمة ، وطريقة التعامل مع العينة داخل المعمل ، والأجهزة المستخدمة فى ذلك ، ومن ثم فإننا نكون من خلال الجزء الأول قد أجبنا على العديد من الأسئلة والاستفسارات المهمة ومنها :

- ماذا تعنى بصمة الحامض النووى ؟
- وكيف يتم الحصول عليها ؟
- وما هى تطبيقاتها ؟
- ومن أى شيء يتم عزل الحامض النووى ؟
- وهل توجد أخطاء فى تحليل بصمة الحامض النووى ؟
- وما هى الاحتياطات التى يجب اتباعها لتلافى الأخطاء ؟

إنها استفسارات ستجد الإجابة عليها بين دفتى هذا الكتاب ، ونرجو أن نكون قد وفقنا فيما قصدنا.

والله الموفق

المؤلفات



الفصل الأول
الحامض النووى
والسرالكامن
فى التسلسلات
الدناوية

مندل والوراثة :

ذكر تشارلز داروين عام ١٨٥٨ م أن موضوع الوراثة بأكمله مثير للغاية ، كما قرر- بما عرف عنه من صدق النظر والأمانة- أن علم الحياة فى أيامه لم يقدم أى تفسير لهذا الموضوع الذى ظل سنين عديدة يطلق عليه "لغز التوارث".

وفى الوقت نفسه الذى أبدى فيه داروين هذه الملاحظة ، كان هناك عالم بيولوجى آخر- هو جريجور مندل - قد اتخذ الخطوات الأساسية التى أدت إلى حل هذا اللغز ، وقد بقيت أبحاثه التى نشرت عام ١٨٦٦ م فى مجلة علمية إقليمية فى وطنه (النمسا) مجهولة لمعظم البيولوجيين حتى عام ١٩٠٠م .

وبداية يجب علينا أن نشير إلى قاعدة أساسية هى :

«لايمكن فهم التوارث علمياً إلا بمعرفة الحقائق الأساسية لعلم الحياة» .

إن كلمة حياة ليست بالشيء البسيط الدارج ، بل لابد من التفكير فى كنه هذه الحياة، كيف بدأت؟ وما هى التغيرات التى طرأت عليها؟ ومن ثم بدأت رحلة العلماء مع علم الحياة.

لقد ظل العلماء ما يقرب من ٢٠٩٣ عاماً ليثبتوا ذاتية الحياة ابتداء بالعالم أرسطو (٣٨٤ ق.م - ٣٢٢ ق.م) ، وانتهاء بالعالم الذى حسم هذه القضية العلمية بتجربته المشهورة ، والتى استخدم فيها الزجاجة التى عرفت باسمه - العالم الفرنسى لويس باستير Louis Pasteur (١٨٢٢ م - ١٨٩٥ م) ، فى خلال هذه الفترة الزمنية وجد علماء كثيرون ساهموا إسهامات فعالة فى علم الحياة من أمثال (ردى) (١٦٢٦ م- ١٦٩٨ م) ، (إسبالانزانى) Spalanzani (١٧٢٩ م- ١٧٩٩ م) .. إلخ .

وذاتية الحياة تعنى أن الكائن الحى لا يخرج إلا من كائن حى سابق له ، وبالتالى ألغيت نظرية التوالد التلقائى ، التى تفترض نشأة الكائن الحى من كائن غير حى بعد ثبوت عدم صحتها علمياً .

وبعد الاستقرار العلمى بالنسبة لموضوع نشأة الحياة ، كان لابد من البحث عن الوحدة البنائية لهذه الحياة (الكائن الحى) والتى انتهت بالنظرية الخلوية التى أرسى دعائمها

العالمان (شليدن schleiden) (وشفان Schuvann) عام ١٨٣٨ والعالم (فيرشو Verchew) عام ١٨٥٥م والتى تنص على أن :

" جميع الكائنات الحية تتركب من خلية أو أكثر ، وأن الخلايا لا تنشأ إلا من خلايا سابقة ، وتنشأ الخلايا التوالدية من انقسام خلايا معينة من جسم الأب ، وهذه بدورها تعطى الخلايا الجسمية للأبناء ، فجسم الإنسان مثلا يبدأ بخلية واحدة ويصل تركيبه عند الولادة إلى بلايين الخلايا ".

لكن مم تتركب الخلية ؟ وما هو الجزء الخلوى الخاص بحمل الصفات الوراثية ؟

الخلية تتركب من غشاء خلوى وسيتوبلازم والعضيات الخلوية الأخرى كالميتوكونديريا، وأجهزة جولجى ، والنواة .. إلخ، والخلية نوعان : إما حيوانية ، وإماً نباتية ، والتركيب يختلف اختلافا بسيطا من الخلية الحيوانية إلى النباتية بما يلائم الوظيفة.

ومن خلال الأبحاث التى أجريت على النواة وجد أنها تتكون من شبكة كروماتينية ملتفة متداخلة ، هذه الشبكة الإندوبلازمية تتحول إلى كروموسومات عند الانقسام ، وهذه الكروموسومات تحمل الجينات ، وهى المسئولة عن حمل الصفات الوراثية ، وتعمل على توجيه التكوين الجنينى والنمو .

وقبل الدخول فى موضوع الجينات وتركيبها وطريقة إظهارها للصفات ، نقف عند أبحاث العالم النمساوى جريجور مندل (١٨٢٢ م – ١٨٨٤ م).

جريجور مندل هو مؤسس علم الوراثة رغم أنه ليس من علماء الأحياء ، كان راهباً فى دير تابع للنظام الأوجستينى فى بلدة برون (النمسا) – حالياً تسمى برنو Berno بجمهورية التشيك ، حضر للدير كفلاح فقير عام ١٨٤٣م ، وعمد قساً عام ١٨٤٧م ، ثم أوفده رؤساؤه فى عام ١٨٥١م إلى جامعة فيينا لدراسة التاريخ الطبيعى ، حيث لم يظهر تفوقاً ملحوظا فى علوم الطبيعة والرياضة ، غير أنه أبدى المواهب الذهنية التى تميز كبار العلماء ، ثم عاد إلى برون عام ١٨٥٤ ليقوم بتدريس العلوم.

لقد قدم مندل أول برهان للنظرية التى فسرت التوارث على أنه يتم نتيجة وجود وحدات معينة فى الخلايا التوالدية للأفراد تنتقل من جيل لآخر.

كما وضع مبادئ وأسس الانعزال ، وحين وضعها كانت الظروف المحيطة به ظروفا شاذة، حتى أن الدوائر الإعلامية لم تنتبه لآرائه وتعطيها حقها من التقدير إلا بعد مرور أربعة وثلاثين عاما على نشرها .

بدأ مندل عام ١٨٥٧م يجمع أصناف بذور البسلة من تجار البذور لدراسة الفروق التى بينها ، وبعد سبع سنوات من التجارب فى حديقة الدير قدم نتائج تجاربه مع استخلاصاته التى تعرف الآن بقوانين مندل- إلى جمعية التاريخ الطبيعى فى سجلها السنوى ، الذى وزع على مكتبات أوروبا وأمريكا عام ١٨٦٦م ، وبقيت هذه الأبحاث فى طى النسيان حتى عام ١٩٠٠م ، حين أعاد اكتشاف قانون الانعزال ثلاثة من الباحثين مختلفين حصل كل منهم على حدة على نتائج مشابهة للنتائج التى حصل عليها مندل من قبل وهم :

- دى فريز - De - Vries (هولندا) .
- كورينز - Correns (ألمانيا) .
- تشيرماك - Tschermak (النمسا).

وحينئذ بدأت تظهر أهمية أبحاث مندل ، والمعروف أن العالم مندل وضع القانونين اللذين عرفا باسمه ، وهما قانون الانعزال ، وقانون التوزيع الحر ، وهما اللذان يعالجان على الترتيب وراثة زوج واحد من الجينات ، ووراثة زوجين من الجينات .

لقد أدت التجارب المندلية بمندل إلى وضع الفرض النظرى التالى " يتوقف ظهور الصفات المتفارقة كلون الأزهار الأحمر والأبيض فى البسلة على وجود شيء ما ينتقل من الآباء إلى الأبناء عن طريق الخلايا التوالدية أو الجاميطات" ، ويطلق حالياً على هذا الشيء اسم جين (Gene) ، لكن إذا كان (مندل) هو مؤسس علم الوراثة فإن (فايزمان) هو مؤسس علم الوراثة الحديث ، وهناك علماء آخرون ساهموا فى علم الوراثة مساهمة لها قيمتها ، من أمثال (بونيه) ونظريته المعروفة باسم نظرية الصندقة (ودولن) ، (فون باير) ، (داروين) ونظريته الفرضية للتكوين التجمعى ، و (جاليتون) الذى أثبت عدم صحة النظرية الفرضية للتكوين التجمعى لداروين.

ومن المعروف أنه قبل اكتشاف الجين كان الباحثون منصبين على دراسة الصفات التى أطلقوا عليها اسم الصفات المندلية ، لكن بعد اكتشاف الجين وكيفيته بدأت النسب المندلية تختل ، وبدأت تظهر صفات لا تخضع لقوانين مندل أطلق عليها تداخل فعل الجينات ، مثل الجينات المتكاملة ، والجينات المتراكمة ، وتعدد البدائل .. إلخ ، وقد ساعد على معرفة ماهية وتركيب المادة الوراثية كثير من الدراسات .

الدراسات السيتولوجية وهى الدراسات التى تدرس الخلية ، والدراسات الكيموحيوية ، وسجلات نسب العائلة ... إلخ .

إذاً المادة المسئولة عن نقل الصفات الوراثية هى الجين ، لكن مم يتركب الجين ؟

الدنا DNA :

لقد بذل العلماء جهداً مضنياً للإجابة على هذا السؤال ، وبالتحليل الكيميائى اتضح أن الجين يتكون من بروتين ومادة يطلق عليها DNA ، وهى اختصار لـ Deoxyribonucleic Acid ، وهو حامض نووى منقوص الأكسجين ، لكن RNA اختصار لـ Ribonucluic Acid الحامض النووى مكتمل الأكسجين ، لكن القضية لم تنته بعد .... هل البروتين أم (RNA ، DNA) المسئول عن إظهار الصفة الوراثية ؟

فى البداية اعتقد العلماء أن المادة الوراثية هى البروتين ، إلا أن العلماء أثبتوا خطأ هذا الاعتقاد فى الأربعينيات من القرن الماضى ، وهذا الإثبات العلمى لم يأت من فراغ ، بل جاء بعد جهود علمية مضنية بذلت وتجارب أجريت شارك فيها العديد من العلماء .

الأدلة على أن DNA هو المادة الوراثية .

أولاً : (التحول البكتيرى) Bacterial Transformation :

لقد بدأت مرحلة الشك فى كون البروتينات هى المادة الوراثية على يد العالم البريطانى جريفث (Grifith) .

كان جريفث فى ذلك الوقت يدرس البكتيريا المسببة لمرض الالتهاب الرئوى وكان

الشيء اللافت لنظر جريفث إمكان تحول إحدى سلالات بكتيريا الالتهاب الرئوى إلى سلالة أخرى تختلف عنها وراثياً.

والجديـر بالذكر أن جريفث استخـدم سلالتيـن إحداهمـا مميتـة والأخرى غير مميتـة ، إلا أنها تصيب الفئران المحقونة بها بالالتهاب الرئوى .

أجرى العالم جريفث تجربته المشهورة بحقن الفئران ببكتيريا مميتة سبق قتلها بالحرارة مع بكتيريا غير مميتة حية ، وكانت النتيجة هى موت بعض الفئران رغم عدم حقنها ببكتيريا مميتة حية ، إلا أن أجسام الفئران كانت تحتوى على بكتيريا مميتة حية ، ومن ثم استنتج العالم جريفث أن بعض المادة الوراثية بالبكتيريا المميتة والتى تكسبها صفة قتل الفئران المحقونة بها – انتقلت بطريقة ما إلى داخل البكتيريا غير المميتة وبالتالى حولتها إلى بكتيريا مميتة .

هذه العملية أطلق عليها عملية (التحول البكتيرى) .

إذاً هناك مادة ما سببت هذا التحول .. ما هى هذه المادة ؟ وهل يمكن عزل هذه المادة والتعرف عليها كيميائياً ؟ هذه الأسئلة كانت منطقية جداً بل وتفرض نفسها فى ذلك الوقت، لكن الإجابة عليها لم تكن سهلة ، وذلك كان نتيجة حتمية لما كان معروفا فى ذلك الوقت من أن المادة الوراثية هى البروتينات .

والبروتين مركب جزيئى ويمكن عزله ، ولم يثبت قطعيا أن أيا من البروتينات المعزولة من البكتيريا قد سببت التحول البكتيرى ، وهكذا استمر الحال على ما هو عليه حتى عام ١٩٤٥م.

فى هذا العام تمكن العالم إفرى (Avery) والفريق العلمى المعاوَن له من عزل المادة المسببة للتحول البكتيرى .

وباستخدم التحليل الكيميائى والفيزيائى ثبت أن هذه المادة هى (DNA) ، وبالتالى فإن التفسير المنطقى لعملية التحول البكتيرى هو أن إحدى السلالتين التقطت DNA الخاص بالسلالة الأخرى ، واكتسبت خصائص سلالة البكتيريا المنقول منها DNA.

لكن طريقة الانتقال مازالت مجهولة للآن .... كيف انتقلت ؟! والخصائص الناتجة عن التحول لا تخص الآباء فقط بل تورث للأبناء ، ولقد أثير اعتراض على كون مادة DNA هى المادة الوراثية ، وكان هذا الاعتراض يرتكز على أن DNA المسبب للتحول لم يكن نقياً بل به نسبة من البروتين ، فما المانع أن يكون سبب التحول هو النسبة القليلة من البروتين؟ وكان هذا هو الاعتراض الموجه لمؤيدى كون DNA هو المادة الوراثية، إذاً لابد من تجربة حاسمة تبين ما إذا كان DNA هو المادة الوراثية أم البروتين ، ومن خلال هذه التجربة تمكن العلماء من إجرائها بعد اكتشاف واستخلاص إنزيم يعرف باسم دى أكسى ريبو نيوكليز (Deoxyribonuclease).

هذا الإنزيم يحلل DNA ولا يؤثر على البروتين أو مادة RNA ، وتم بالفعل معالجة المادة المسببة للتحول البكتيرى بإنزيم دى أكسى ريبونيوكليز ، وكانت النتيجة هى توقف عملية التحول ، أى أن الإنزيم حلل المادة المسببة للتحول وهى مادة DNA بينما لم يؤثر على البروتين .

إذاً DNA هو المادة الوراثية .

ثانياً: القياس الكمى للـ DNA فى الخلية :

علم السيتولوجى هو العلم الذى يدرس الخلية ومحتوياتها ، ومن المعروف أن مادة DNA موجودة فى أحد مكونات الخلية وهى النواة .

ولقد تمكن العلماء من قياس كمية DNA فى خلايا مختلفة من حقيقيات النواة ، ووجد أن كمية DNA فى هذه الخلايا متساوية تقريباً - وذلك بالنسبة للخلايا الجسدية أما الخلايا التناسلية فبها نصف هذا العدد ، وبالتالى يكون هناك ثبات فى كمية DNA لأن الفرد الناتج سينشأ عن اتحاد بويضة مع حيوان منوى - أى أن نصف المعلومات الوراثية سيجتمعان ويعطيان فردا جديداً .

يحدث هذا التصنيف فى العدد الصبغى بالنسبة للخلايا التناسلية لتتضاعف كمية DNA كل جيل ، وهذا التوزيع الدقيق من DNA هو الشيء المنطقى والمتوقع من المادة الوراثية بما يثبت أن DNA بالفعل هو المادة الوراثية .

وعلى الجانب الآخر نجد أن توزيع البروتين فى الأنسجة والخلايا متفاوت، وليس ضروريا أن تكون كمية البروتين فى الخلية الجسدية ضعف كمية البروتين فى الخلية التناسلية.

ومن الملاحظ أن DNA يأخذ شكلاً ثابتاً وواضحاً فى الخلايا ، بينما نجد البروتين وأيضا جزيئات RNA تهدم وتبنى باستمرار فى الخلايا ، وهذا الثبات فى الشكل والتركيب يؤكد تماماً أن DNA هو المادة الوراثية لأغلب صور الحياة .

وبالتالى نستطيع القول إن علم السيتولوجى ودراساته سواء الدراسات الخلوية الضوئية للحامض النووى DNA أم الدراسات الخلوية الكيميائية قد قدما الأدلة الواضحة التى أثبتت كون DNA هو المادة الوراثية، وكان ذلك هو بداية دراسة الأساس الجزيئى للخلايا.

تركيب DNA :

أولاً : بداية التفكير فى وضع نموذج وراثى :

لقد أثبتت الأدلة السابقة التى استعرضناها أن DNA هو المادة الوراثية، وبالتحليل الكيميائى والفيزيائى ثبت قطعياً أن DNA هو المادة الوراثية، وبالتالى لابد لنا من معرفة تركيب هذه المادة المهمة مادة DNA –وبالفعل بدأت المرحلة الثانية وهى مرحلة وضع نموذج لـ DNA ، لكن اقتراح أى نموذج كان لابد أن يأخذ فى الاعتبار ما يلى :

أ - يؤخذ فى الاعتبار أن طريقة الترابط تتم بحيث إن مجموعة الفوسفات المتصلة بذرة الكربون رقم (٥) فى سكر إحدى النيوكليوتيدات ترتبط بذرة الكربون رقم (٣) فى سكر النيوكليوتيدة التالية برابطة تساهمية ، ويطلق على الشريط الذى يتبادل فيه السكر والفوسفات اسم هيكل السكر فوسفات ، وهو هيكل غير متماثل بمعنى أنه توجد به مجموعة هيدروكسيل حرة طليقة مرتبطة بذرة الكربون رقم (٣) فى إحدى نهايتى السكر الخماسى والقواعد النيتروجينية ، تظهر وكأنها درجات سلم للداخل جانباه هما هيكلا السكر فوسفات.

ب - فى جميع جزيئات DNA لابد من أن يكون عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الأدنين (A) مساوية للنيوكليوتيدات المحتوية على الثايمين (T) ، وكذلك عدد النيوكليوتيدات المحتوية على الجوانين مساوية لتلك المحتوية على السيتوزين.

وبالتعبير الرياضى فإن $\frac{G}{C} = \frac{A}{T}$ ثابت وهو واحد .

ثانياً : دراسات الباحثة فرانكلين :

قامت الباحثة فرانكلين (Frankline) بدراساتها على DNA بما مهد الطريق تماماً للعلماء لوضع نموذج لتركيب جزئ DNA.

استخدمت فرانكلين تقنية حيود الأشعة السينية لكى تحصل على صور لبلورات من جزئ DNA عالى النقاوة.

لقد قامت فرانكلين فى هذه الدراسات بإمرار الأشعة السينية خلال بلورات من جزيئات ذات تركيب منتظم ، وبالتالى ينشأ تشتت الأشعة السينية حيث يظهر طراز من توزيع نقط ، بتحليل هذه النقط نجد أنها تعطى معلومات عن شكل الجزئ .

فى عام ١٩٥٢ نشرت فرانكلين صوراً لبلورات من DNA عالى النقاوة ، وقد أوضحت نتائج هذه الصور أشياء مهمة عن DNA هى :

أولاً : جزئ DNA حلزونى أو لولبى الشكل ، والقواعد فى هذا الجزئ متعامدة على طول الخيط .

ثانياً : هيكل سكر فوسفات يوجد فى الجهة الخارجية من هذا الحلزون ، أما القواعد النيتروجينية فتوجد جهة الداخل .

ثالثاً : قطر هذا اللولب قدم دليلاً واضحاً على أن هذا اللولب يتكون من أكثر من شريط من DNA ، أى أن DNA لولب مزدوج .

هذه الدراسات كان لها تأثير كبير على العلماء ، إذ تسابقوا من خلال هذه الدراسات- التى قامت بها الباحثة فرانكلين والصور التى قدمتها باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية - إلى وضع نموذج لـDNA.

وبالفعل تمكن العالمان الإنجليزيان واطسن وكريك (Watson & Crick) من وضع نموذج للـDNA بناءً على المعلومات التى قدمتها (فرانكلين) ، والتى ساهمت فى تربية فكر الباحثين مما أدى لاختصار فترة البحث.

ثالثاً: نموذج واطسن وكريك :

نموذج واطسن وكريك يتركب من شريطين من DNA يشكلان ما يشبه السلم ، حيث يمثل هيكلا السكر فوسفات جانبى هذا السلم ، بينما تمثل القواعد النيتروجينية درجات هذا السلم .

هذا الدرج [الدرجات] تتكون إما من الأدنين (A) الذى يرتبط بالثايمين (T) برابطة هيدروجينية ثنائية ، بينما يرتبط الجوانين (G) بالسيتوزين (C) برابطة هيدروجينية ثلاثية.

وعرض درجات هذا السلم متساوٍ تماماً لأن كل زوج من القواعد النيتروجينية التى ترتبط ببعضها البعض يحتوى على قاعدة ذات حلقة واحدة وأخرى ذات حلقتين .

ومن ثم فإن المسافة بين شريطى DNA ثابتة على امتداد جزئ DNA ، وحتى يكون الترابط الهيدروجينى بشكل سليم بين زوجى القواعد النيتروجينية لابد أن يكون شريطا جزئ DNA فى وضع معاكس لبعضهما ، أى أن مجموعة الفوسفات الطرفية المتصلة بذرة الكربون رقم٥ فى السكر الخماسى فى شريطى DNA تكون على الطرفين المتعاكسين .



(شكل – ١) الكروموسومات البشرية و التى يوجد عليها شريط الدنا الوراثى DNA

ويلتف DNA حول نفسه بحيث يوجد عشر نيوكليوتيدات فى كل لفة ، ليتكون DNA الحلزونى أى يأخذ شكل الحلزون لكنه مزدوج ، ومن المعروف أن الحامض النووى DNA يوجد فى الكروموسومات متحداً مع البروتين الذى يمكن فصله عنه بالطرق الكيميائية كما بالشكل التالى :



(شكل – ٢) القواعد النيتروجينية
الأربع : [أدنين - جوانين - سيتوزين - ثايمين].

رابعاً : نسبة القواعد النيتروجينية فى DNA :

تتكون كل مركبات DNA من النيوكليوتيدات الأربع نفسها التى تحتوى على القواعد النيتروجينية الأربع :

- الأدنين Adenine (A)
- الثايمين Thymine (T)
- الجوانين Guanine (G)
- السيتوزين Cytosine (C)

قدم العالم تشارجاف (Chargaff) تقريراً يؤكد فيه أن النيوكليوتيدات الأربع توجد

بنسب مختلفة فى أفراد الأنواع المختلفة ، إلا أنها توجد بنسب متساوية فى أفراد النوع الواحد أو أنسجة الفرد الواحد ، ومعنى ذلك رياضياً أن G ، A دائماً متساوية لـ C ، T

وتساوى تقريباً الواحد الصحيح وذلك يتضح من الجدول الآتى.

الكائن الحى	نسبة القواعد فى DNA ٪				النسب بين القواعد المتزاوجة	
	بيورينات		بيريميدينات			
	أدنين (G)	جوانين (A)	سيتوزين (C)	ثايمين (T)	A/T	G/C
إنسان	٣٠,٩	١٩,٩	١٩,٨	٢٩,٤	١,٠٥	١,٠٠
دجاج	٢٨,٨	٢٠,٥	٢١,٥	٢٩,٢	١,٠٢	٠,٩٥
جراد	٢٩,٣	٢٠,٥	٢٠,٧	٢٩,٣	١,٠٠	١,٠٠
قمح	٢٧,٣	٢٢,٧	٢٢,٨	٢٧,١	١,٠١	١,٠٩
خميرة	٣١,٣	١٨,٧	١٧,١	٣٢,٩	٠,٩٥	١,٠٠
بكتيريا *E.coli*	٢٤,٧	٢٦,٠	٢٥,٧	٢٣,٦	١,٠٤	١,٠١
بكتيريوفاج	٢٦,٠	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٦,٠	١,٠٠	١,٠٠

(جدول - ١)

سلوك DNA أثناء تضاعفه:

قبل انقسام الخلية لابد أن تتضاعف كمية DNA الموجودة بها حتى تستقبل كل خلية بنوية نسخة طبق الأصل من المعلومات الوراثية ، وقد أشار العالمان واطسن وكريك فى نموذجهما إلى أن تركيب الشريط المزدوج ذى القواعد النيتروجينية المتزاوجة يحتوى على وسيلة يمكن بها مضاعفته ، لأن كلاً من الشريطين يحتوى على قواعد متكاملة، وبالتالى فإن تتابع النيوكليوتيدات فى أحد الشريطين يوفر المعلومات اللازمة لإنتاج الشريط المقابل ، وبالتالى فإن شريطى DNA يعتبر كل منهما قالباً للآخر.

ومن العلماء الذين ساهموا بجهد يذكر لهما العالمان ميسلسون (Meselson) وستال (Stahl) ، حيث وضعا ثلاث طرق محتملة لتضاعف DNA هى:

أولاً : **التضاعف المحافظ** (Conservative) : فى هذا النوع من التضاعف يعمل شريطا DNA بعضهما مع بعض كقالب لبناء جزئ DNA من جديد،

ويبقى الجزئ الأصلى على حالته ويذهب لإحدى الخليتين ، ويذهب الجزئ الجديد للخلية الأخرى .

ثانياً : **التضاعف شبه المحافظ** (Semi Conservative) : فى هذا النوع من التضاعف ينفصل شريطا DNA عن بعضهما ، وذلك بكسر الروابط الهيدروجينية بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة ، ثم يعمل كل شريط منفصل كقالب لبناء نفسه، ثم تتكون روابط هيدروجينية بين شريطين أحدهما قديم والثانى جديد ، وبالتالى عندما تنقسم الخلية ترث DNA هجيناً .

ثالثاً : **التضاعف المشتت** (Dispersive) : فى هذا النوع من التضاعف يُقطَّع كل شريط إلى قطع ، تستخدم كل قطعة لبناء شريطين جديدين يكون لولباً مزدوجاً جديداً ، وجدير بالذكر أن ميسلسون وستال أثبتا صحة طريقة التضاعف شبه المحافظ ، بينما لم يستطعا إثبات حدوثها ، وقد قاما بتجاربهما على البكتيريا لكن فى كل الكائنات الحية يسلك DNA السلوك نفسه عند تضاعفه.



(شكل – ٣) التضاعف شبه المحافظ لشريط DNA حيث تقوم إنزيمات بلمرة الدنا (DNA Polymerase) ببناء شريط جديد على الشريط القالب DNA –Template ، و بالتالى فالشريط المزدوج الناتج خليط ما بين شريط جديد وشريط قديم .

دور الإنزيمات فى تضاعف DNA :

لكى تتم عملية التضاعف لجزئ DNA لابد من تكامل نشاط عدد من الإنزيمات والبروتينات فى الخلية.

إذا لإتمام عملية التضاعف لابد من حدوث ما يلى :

١- تنفك ازدواجية اللولب المزدوج بواسطة إنزيم الهيليكيز.

ولذلك ينفصل الشريطان بعضهما عن بعض بكسر الروابط الهيدروجينية الموجودة بين القواعد النيتروجينية المتزاوجة فى الشريطين .

٢- يقوم إنزيم البوليميريز بإضافة القواعد المكملة .

٣- يقوم إنزيم التوبيوايزوميريز بفك التفاف الـDNA.

٤- يقوم إنزيم الليجيز بربط الأجزاء المتضاعفة فى الخيط المتلكأ (قطع أوكازاكى) .

ومن المعروف علمياً حالياً أن إنزيمات اللولب DNA-Helicases تتحرك على امتداد اللولب المزدوج فاصلة الشريطين بعضهما عن البعض ، ثم تأتى عملية البناء الفعلى بواسطة إنزيمات البلمرة DNA-Polymerases.

الطفــرات :

التغير الذى يحدث لـDNA من ناحية التركيب يعتبر طفرة ، ولكنها طفرة تورث للأجيال أى طفرة جينية ، بينما التغير فى شكل أو عدد الكروموسومات لا يورث وتسمى طفرة كروموسومية ، ويهمنا بداية معرفة أسباب حدوث التغير فى تركيب المادة الوراثية DNA وأيضاً أهم صور الطفرات عامة.

أسباب حدوث الطفرة الجينية :

١- أخطاء تحدث أثناء تضاعف DNA.

٢- تلف فى جزئ من DNA لم تستطع إنزيمات الإصلاح التعامل معه.

٣- إعادة الترتيب التلقائى لقطع من DNA.

أهم صور الطفرات:

١- إبدال إحدى النيوكليوتيدات بأخرى .

٢- إضافة نيوكليوتيدة أو أكثر فى تتابعات DNA.

٣- إزالة واحدة أو أكثر من النيوكليوتيدات الموجودة فى تتابعات DNA.

٤- انقلاب فى تتابعات النيوكليوتيدات.

٥- كسر فى الصبغى وفقدان قطعة منه.

٦- اتصال جزء من صبغى بصبغى آخر.

٧- فقدان صبغى أو أكثر.

٨- وجود نسخ من صبغى واحد أو أكثر.

عوامل إحداث الطفرات: Mutagenic agents :

من العوامل التى تؤثر على جزئ DNA وتؤدى إلى حدوث الطفرات ، الأنواع المختلفة من الإشعاع مثل الأشعة السينية والجسيمات المشعة التى تؤدى إلى حدوث كسور فى جزئ DNA غير المزدوج، ومن المعروف أن الفيروسات يظهر بها معدل مرتفع من التغير الوراثى الناتج عن تلف فى جزئ الحامض النووى ، وذلك لعدم وجود نسخة مكتملة يمكن استخدامها فى عمليات الإصلاح ، وهنا تظهر حيوية اللولب المزدوج الذى يعمل على الثبات الوراثى للكائنات الحية الموجودة بها ، كما يوجد التأثير الكيميائى وهو التأثير الناتج عن بعض المركبات الكيميائية التى تدخل بشكل مخلبى فى تركيب DNA ، فهذه المركبات الكيميائية قد تتشابه فى تركيبها مع النيوكليوتيدات ومن ثم تدخل خطأ فى تركيب DNA.

كما أن هناك مركبات كيميائية تتفاعل مع القواعد التى تدخل فى تركيب DNA ، والذى ينشأ عنه تغير فى المجموعات الوظيفية التى تعمل على تكوين الروابط الهيدروجينية، مما يغير من خصائص ازدواج القواعد فى جزئ DNA .

والتغير الحادث فى جزئ DNA يورث إذا تم نسخ هذا الجزئ وتم انتقاله إلى الخلايا الجديدة، والطفرات التى تحدث فى الخلايا المكونة للأمشاج فإنها تنتقل إلى الأفراد الناشئة عنها ، ومن المعروف أن الطفرات المشيجية معدلها يتراوح فى الإنسان بين [١-٢٥٠] طفرة فى كل مليون مشيج .

ويُعتقد حالياً أن كلاً من جينات الفيروس والعناصر الوراثية المتنقلة تنتشر فى المحتوى الوراثى لكل الخلايا ، ويظهر أن بعض العناصر المتنقلة تظل كامنة لعدة أجيال ، لكن عندما تتحرك فإنها تحدث تأثيراً كبيراً على المحتوى الجينى .

الشفرة الوراثية :

من المعروف أن الشفرة الوراثية تكون ممثلة فى ترتيب النيوكليوتيدات فى جزئ DNA، وهذه الشفرة يتم نسخها فى صورة تتابع مقابل للنيوكليوتيدات فى جزئ mRNA ، الذى يذهب إلى الريبوسوم حيث يترجم إلى تتابع للأحماض الأمينية فى سلسلة عديدة الببتيد الذى يكون بروتيناً ما .

لكن هل هناك عدد محدد من النيوكليوتيدات مسئول عن اختيار جزيئات tRNA الخاصة بكل حمض أمينى؟

إنَّ الأحماض الأمينية الداخلة فى بناء البروتين عددها عشرون حمضاً أمينياً مختلفاً، ومن المعروف أن هناك أربع نيوكليوتيدات فقط تدخل فى بناء كل من DNA وRNA. إذاً اللغة الوراثية رباعية الأحرف الأبجدية ، وهذه الحروف الأربعة لابد أن تشكل عشرين كلمة - فالحروف هى النيوكليوتيدات والكلمات هى الأحماض الأمينية.

ومنطقى جداً عدم إمكان أن تتكون كل كلمة من حرف واحد ، لأن معنى ذلك وجود أربع كلمات فقط فى صورة القواعد النيتروجينية الأربع A، G، C، U أى وجود أربعة أحماض أمينية فقط - لاحظ أن $(٤)^{٢}$=١٦ كلمة تدل على ١٦ حمضاً أمينياً ، أى أقل من العدد الموجود فعلاً للأحماض الأمينية .

لكن إذا كانت الشفرة ثلاثية - اللغة الوراثية - ستكون القيمة العددية للاحتمالات إذا رتبت الحروف فى كل الاحتمالات $(٤)^{٣}$= ٦٤ ، أى أكثر من العدد الموجود فعلاً من الأحماض الأمينية .

وبالرغم من ذلك فإن هذا العدد رغم أنه يزيد على العدد الفعلى - عشرين - للأحماض الأمينية إلا أنه يعتبر أصغر مجال نظرى لكلمة شفرة ، وأصبح السؤال المنطقى - والذى شغل تفكير العلماء - هل هناك تفسير علمى لهذه الزيادة العددية فى الشفرة الوراثية على عدد الأحماض الأمينية ؟

بداية من عام ١٩٦٠م توفرت الأدلة الحاسمة المؤيدة للشفرة الوراثية الثلاثية ، وأصبحت الشفرة الوراثية الثلاثية حقيقة علمية ثابتة يمكن استخدامها فى المجالات التطبيقية ، وليست فرضاً نظرياً قابلاً – كمثله من الفروض النظرية الأخرى – للإلغاء والحذف والإضافة... إلخ .

واستطاع العلماء تفسير الزيادة العددية فى الشفرة الوراثية على عدد الأحماض الأمينية، وفى عام ١٩٦٥ عندما تم الوصول إلى الشفرات الخاصة بكل حمض أمينى والتى يطلق عليها اسم كودونات - (Codons) .

تأكد بعد ذلك أن هناك أكثر من شفرة لكل حمض أمينى - أى أن الحمض الأمينى يعبر عنه بالأبجدية الوراثية بأكثر من شفرة - لكن الشفرة الوراثية الواحدة لا تعبر إلا عن حمض أمينى واحد ، بمعنى أنه لا توجد شفرة وراثية تعبر عن حمضين أمينيين .

ولقد قام علماء الوراثة بوضع جدول للكودونات الوراثية مع ملاحظة أن الكودونات المذكورة بالجدول هى الكودونات الموجودة فى mRNA ، أما ثلاثيات شفرة DNA فى النيوكليوتيدات المتكاملة معها - أى التى تتكامل قواعدها النيتروجينية مع القواعد النيتروجينية لـmRNA ، وعلى سبيل المثال لو كانت الشفرة الوراثية mRNA Code GAA– وهو الحمض الأمينى الجلوتاميك Glutamic acid فإن الشفرة الثلاثية لـDNA هى CTT.

لاحظ فى الجدول التالى أن هناك كودونات (UGA، UAA، UGA) توقف بناء البروتين ، أى تعطى إشارة عند النقطة التى يجب عندها أن تقف آلية بناء البروتين ، وبالتالى تنتهى سلسلة عديدة الببتيد، كما أن هناك كودون بداية أى يعطى الإشارة للمنطقة التى تبدأ عندها بداية آلية جديدة لصنع بروتين جديد وهكذا .

القاعدة الأولى	القاعدة الثانية				القاعدة الثالثة
	U	C	A	G	
U	UUU Phenylalanine	UCU Serine	UAU Tyrosine	UGU Cysteine	U
	UUC Phenylalanine	UCC Serine	UAC Tyrosine	UGC Cysteine	C
	UUA Leucine	UCA serine	UAA Stop Codone	UGA Stop Codone	A
	UUG Leucine	UCG serine	UAG Stop Codone	UGG Tryptophan	G
C	CUU Leucine	CCU Proline	CAU Histedine	CGU Arginine	U
	CUC Leucine	CCC Proline	CAC Histedine	CGC Arginine	C
	CUA Leucine	CCA Proline	CAA Glutamine	CGA Arginine	A
	CUG Leucine	CCG Proline	CAG Glutamine	CGG Arginine	G
A	AUU Isoleusine	ACU Threonine	AAU Asn	AGU Serine	U
	AUC Isoleusine	ACC Threonine	AAC Asn	AGC Serine	C
	AUA Isoleusine	ACA Threonine	AAA Lysine	AGA Arginine	A
	AUA Start Codone	ACG Threonine	AAG Lysine	AGG Arginine	G
G	GUU Valine	GCC Alanine	GAU Asparagine	GGU Glycine	U
	GUC valine	GCC Alanine	GAC Asparagine	GGU Glycine	C
	GUA Valine	GCA Alanine	GAA Glutamic acid	GGA Glycine	A
	GUG Valine	GCG Alanine	GAA Glutamic acid	GGG Glycine	G

(جدول – ٢) (الكودونات فى mRNA)

الأحماض النووية الريبوزية (RNAs) وتخليق البروتين :

جزيئات RNA تشبه جزئ DNA فى أنها تتكون من سلسلة طويلة غير متفرعة من وحدات بنائية من النيوكليوتيدات، وكل نيوكليوتيدة تتكون من جزئ من سكر خماسى وقاعدة نيتروجينية ومجموعة فوسفات ، حيث ترتبط مجموعة الفوسفات الخاصة بنيوكليوتيدة معينة بذرة الكربون رقم ٣ فى النيوكليوتيدة السابقة ، ومن ثم يتكون هيكل سكر فوسفات للحمض النووى .

لكن كل أنواع RNA تختلف عن DNA فيما يلى :

أولاً : RNA يدخل فى تكوينه سكر الريبوز RIBOSE ، بينما يدخل فى تكوين DNA سكر الديوكسى ريبوز DEOXYRIBOSE الذى يحتوى على ذرة أكسجين أقل من سكر الريبوز ولذلك سمى

DEOXYRIBONUCLEIC ACID

ثانياً : يتكون RNA من شريط مفرد من النيوكليوتيدات ، بينما يتكون DNA من شريط مزدوج – أى شريطين متكاملين من النيوكليوتيدات، وإن كان RNA قد يكون مزدوج الشريط فى بعض أجزائه.

ثالثاً : يختلف RNA عن DNA بالنسبة للقواعد النيتروجينية فى نيوكليوتيدات كل منهما ، فنجد أنه فى DNA يوجد الأدنين والجوانين والسيتوزين والثايمين، بينما يحتوى RNA على الأدنين والجوانين والسيتوزين وتحل القاعدة النيتروجينية اليوراسيل U بدلاً من الثايمين T الذى يزدوج مع الأدنين .

وكل ذلك يظهر فى الجدول التالى الذى يوضح أوجه الشبه والاختلاف بين كل من الحمض النووى DNA والأحماض النووية RNAs.

الدنا الوراثى DNA	الرنا الوراثى RNA
نوع واحد	ثلاثة أنواع
شريط مزدوج	شريط مفرد
يحتوى على قواعد	يحتوى على قواعد
الأدنين A	الأدنين A
الجوانين G	الجوانين G
السيتوزين C	السيتوزين C
الثايمين T	اليوراسيل U
يوجد داخل النواة	يوجد داخل السيتوبلازم
يحمل الشفرات التي تنسخ على قالب من mRNA	تشترك الأنواع الثلاثة mRNA, rRNA and tRNA فى عملية تخليق البروتين
يتضاعف ذاتيا	تخلق الأنـواع من جينات تشـفر لها موجودة على الـ DNA

(جدول - ٣) مقارنة بين الدنا الوراثى والرنا الوراثى .

أنواع الأحماض النووية الريبوزية ودورها فى تخليق البروتين :

أولاً : حمض RNA الرسول (mRNA) :

وهو حمض نووى ريبوزى يقوم بحمل الشفرة التى تحدد تتابع الأحماض الأمينية فى سلسلة عديد الببتيد من DNA إلى الريبوسومات حيث تترجم الشفرة الوراثية .

ثانياً : حمض RNA الريبوسومى (rRNA) :

وهو مكون أساسى للريبوسومات ولكن مازال الدور الذى يقوم به فى بناء البروتين مجهولاً حتى الآن.

ثالثاً: حمض RNA الناقل (tRNA):

وهو الذى يحمل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات ويضعها فى المكان الصحيح فى سلسلة عديد الببتيد النامية.

الأحماض النووية الريبوزية RNAs وبناء البروتين :

أ- حمض RNA الرسول mRNA :

عند بدء نسخ DNA إلى RNA يرتبط إنزيم RNA polymerase بتتابع النيوكليوتيدات على DNA يسمى المحفز promoter ، ينفصل بعد ذلك شريطا DNA فى حين أن إنزيم البلمرة يتحرك على امتداد DNA ، حيث يتم ربط الريبونيوكليوتيدات المتكاملة إلى شريط متكامل من RNA النامى واحدة تلو الأخرى .

ومن المعروف أن إنزيم البلمرة يعمل فى الاتجاه ٣-٥ على قالب DNA مجمعاً RNA فى اتجاه ٥-٣ ، هذه العملية تشبه عملية تضاعف DNA مع وجود فرق رئيسى واحد هو أنه عندما يحدث تضاعف DNA فإن عملية التضاعف لا تقف إلا بعد نسخ كل DNA فى الخلية ، لكن فى حالة RNA فإنه يتم نسخ جزء فقط من DNA.

وبما أن جزئ DNA مزدوج الشريط إذاً من الناحية النظرية يمكن لأى جزء من هذا الشريط المزدوج أن ينسخ إلى جزئين مختلفين من RNA يتكامل كل منهما مع أحد الشريطين.

لكن من الناحية العملية ، فإن شريط واحد من جزئ DNA المزدوج الشريط يتم نسخ قطعة منه ، والذى يدل على الشريط الذى سينسخ هو المحفز Promoter ، ويوجد فى أوليات النواة إنزيم واحد من RNA polymerase هو الذى يقوم بنسخ الأحماض النووية الريبوزية الثلاثة ، بينما فى حقيقيات النواة فهناك إنزيم خاص بكل نوع ، وبمجرد بناء mRNA فى أوليات النواة حتى يصبح على استعداد لعملية الترجمة Translation ، وعند بداية كل جزئ من mRNA يوجد موقع الارتباط بالريبوسوم وهو تتابع للنيوكليوتيدات يرتبط بالريبوسوم ، بحيث يصبح أول كودون AUG متجهاً

لأعلى وهذا هو الوضع الصحيح للترجمة ، أما الطرف الآخر من mRNA فيوجد نهاية من عديد الأدنين وهو عبارة عن ذيل مكون من حوالى ٢٠٠ أدينوزين، ويظهر أن هذا الذيل يحمى mRNA من التحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة فى السيتوبلازم .

وقد ترتبط الريبوسومات ببداية mRNA وتبدأ فى ترجمته إلى بروتين ، فى حين أن الطرف الآخر للجزئ يكون مازال فى مرحلة البناء على قالب DNA ، أما فى حقيقيات النواة فإنه لابد من معاملة النسخة الأصلية أكثر من ذلك فى النواة قبل أن يصبح mRNA مستعداً لدخول السيتوبلازم والمشاركة فى بناء البروتين .

ب- حمض RNA الريبوسومى rRNA :

الريبوسومات -أماكن بناء البروتين- يدخل فى بنائها عدة أنواع من mRNA وحوالى ٧٠ نوعاً من عديد الببتيد ، ومن المعروف أن الريبوسومات تبنى فى حقيقيات النواة فى منطقة من النواة تسمى النوية وبمعدل سريع - يتم بها بناء آلاف الريبوسومات فى الساعة- ومما يساعد على وجود هذا المعدل السريع فى بناء الريبوسومات هو أن DNA فى خلايا حقيقيات النواة يحتوى على ما يزيد على ٦٠٠ نسخة من جينات RNA الريبوسومى التى ينسخ منها mRNA ، وهناك على وجه التحديد أربعة أنواع مختلفة من mRNA تدخل فى بناء الريبوسومات بالاشتراك مع البروتين ، والريبوسوم الوظيفى يتكون من تحت وحدتين إحداهما كبيرة والأخرى صغيرة ، ففى حالة عدم قيام الريبوسوم بوظيفته فى إنتاج البروتين فإن تحت الوحدتين تنفصلان عن بعضهما وتتحرك كلٌ منهما بحرية، وقد يرتبط كلٌ منهما بتحت وحدة أخرى من النوع المقابل عندما تبدأ عملية بناء البروتين مرة أخرى ، كما أن بروتينات الريبوسومات يتم بناؤها فى السيتوبلازم ثم تنتقل عبر غشاء النواة إلى داخل النواة ، حيث يكون كل من mRNA وعديدات الببتيد تحت وحدات الريبوسوم، ومن المعروف أنه أثناء عملية بناء البروتين يحدث تداخل بين tRNA و mRNA وما زالت طبيعة هذا التداخل غير مفهومة حتى الآن.

ج - حمض RNA الناقل tRNA :

الحمض النووى tRNA هو أحد أنواع الأحماض النووية الريبوزية الثلاثة التى

تشترك فى آلية بناء البروتين، ووظيفة tRNA فى بناء سلسلة عديد الببتيد هو قيامه بنقل الأحماض الأمينية إلى الريبوسومات.

ومن المعروف أن لكل حمض أمينى معين حمضاً نووياً ناقلاً معيناً ينقله ، أما الأحماض الأمينية التى لها أكثر من شفرة فلها أكثر من ناقل.

لكن كيف ينسخ tRNA ؟

فى الواقع أنه ينسخ من خلال جينات tRNA الموجودة على شكل تجمعات سباعية أو ثمانية على الجزء نفسه من DNA.

وتشترك جزيئات tRNA معاً فى أن لها الشكل العام نفسه ، حيث تلتف أجزاء من جزئ tRNA لتكون حلقات تحتفظ بشكلها بازدواج القواعد فى مناطق مختلفة من الجزئ، وبدراسة جزئ tRNA يظهر أن هناك موقعين مهمين ولهما علاقة ببناء البروتين هما : الموقع الأول : وهو الذى يتحد فيه الجزئ بالحمض الأمينى الخاص به ، وهو يتكون من الثلاث قواعد CCA عند الطرف ٣َ ، أما الموقع الآخر فهو: مقابل الكودون anticodone والذى تتزاوج قواعده مع كودونات mRNA المناسبة عند مركب mRNA والريبوسوم ، حيث يحدث ارتباط مؤقت بين tRNA و mRNA مما يسمح للحمض الأمينى المحمول على tRNA أن يدخل فى سلسلة عديد الببتيد فى المكان المحدد .

تخليق البروتين Protein Biosynthesis :

تبدأ آلية تخليق البروتين عندما ترتبط تحت وحدة ريبوسوم صغيرة subunit بجزئ tRNA الذى أول كودون به هو AUG وهو كودون الـ start أى البدء، تتزاوج بعد ذلك قواعد مضاد الكودون anticodone لجزئ tRNA الخاص بالحمض الأمينى الميثيونين- Methionine - مع كودون AUG ، ومن ثم يصبح الحمض الأمينى الأول فى سلسلة عديد الببتيد النامية هو حمض الميثيونين ، ثم ترتبط تحت وحدة ريبوسوم كبيرة بالمركب السابق وحينئذ تبدأ تفاعلات بناء البروتين.

يوجد على الريبوسوم موقعان يمكن أن ترتبط بهما جزيئات tRNA ، كودون

البدء (AUG (start يكون عند أحد هذين الموقعين وهو الذى يطلق عليه موقع الببتيديل ويرمز له بالرمز P ، أما الموقع الثانى فهو موقع الأمينوأسيل amino-acyl ويرمز له بالرمز A.

خطوات آلية بناء البروتين:

أولاً : يرتبط مضاد كودون anticodon transfer RNA-tRNA بالكودون التالى على جزئ mRNA ، ومن ثم يصبح الحمض الأمينى الذى يحمله هذا الجزئ tRNA الحمض الأمينى التالى فى سلسلة عديد الببتيد polypeptide .

ثانياً : يتم حدوث تفاعل نقل الببتيديل peptidyl transferase reaction الذى ينتج عنه تكون رابطة ببتيدية peptidyl bond

ومن المعروف أن الإنزيم الذى ينشط هذا التفاعل عبارة عن جزء من تحت وحدة الريبوسوم الكبيرة ، وهذا الإنزيم يربط الحمض الأمينى الأول بالثانى برابطة ببتيدية وهكذا.

وكنتيجة منطقية لهذا فإن tRNA الأول يصبح فارغاً ويترك الريبوسوم وقد يلتقط ميثيونين آخر ، بينما tRNA الثانى فيحمل الحمضين الأمينيين معاً.

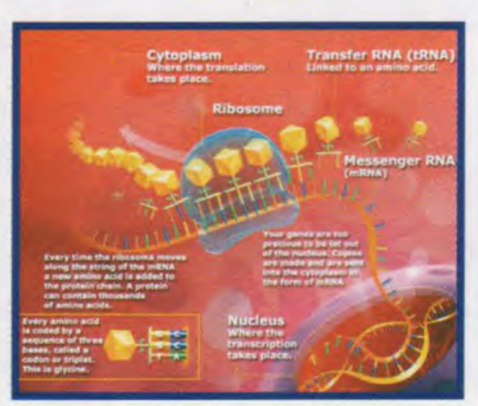
ثالثاً : يتحرك الريبوسوم على امتداد جزئ mRNA وهذه الحركة تأتى بالكودون التالى إلى موقع amino acid A على الريبوسوم ، ثم تبدأ الدورة مرة أخرى حيث يحدث ارتباط بين مضاد الكودون على tRNA مناسب بكودون mRNA، لكى يجلب حمضاً أمينياً ثالثاً إلى الموضع المناسب على الموقع A ، وترتبط سلسلة عديد الببتيد النامية بالحمض الأمينى الجديد القادم على هذا الجزئ من tRNA الثالث ويتكرر هذا التتابع .

إيقاف عملية بناء البروتين :

تقف آلية بناء البروتين عندما يصل الريبوسوم إلى كودون وقف على mRNA وهناك بروتين يسمى عامل الإطلاق Release factor ، حيث يرتبط هذا العامل بكودون الوقف مما يجعل الريبوسوم يترك mRNA ثم تنفصل وحدتا الريبوسوم عن بعضهما ،

وبمجرد بروز الطرف لجزئ mRNA من الريبوسوم يرتبط بتحت وحدة ريبوسوم صغيرة Subunit تبدأ بدورها فى بناء البروتين.

وعادة ما يتصل بجزئ mRNA عدد من الريبوسومات قد يصل للمائة ، كل منها يترجم لرسالة بمجرد مروره على mRNA ، ويطلق عليه عندئذ عديد الريبوسوم (polyribosome or polysome) ، وتتضح عملية تخليق البروتين فى الشكل التالى:





(شكل – ٤) عملية تخليق البروتين داخل الخلية الحية.

سلوك الجينات مع البيئة :

يتأثر السلوك الجينى كثيراً بالبيئة ، وحتى تظهر الصفة الوراثية لابد من وجود العامل الجينى والعامل البيئى.

فالبيئة بما فيها من تغيرات وتقلبات حرارية و مناخية .... إلخ ، تؤثر فى فعل الجين وعمله ، وهذا التأثير ينعكس فى النهاية على الكائن الحى ، فهو يتأثر بالظروف المحيطة به تأثراً كبيراً ، حيث إن قسماً من هذه الكائنات الحية لا تطيق ظروفاً معينة فتموت، وكائنات أخرى باستطاعتها التكيف لهذه الظروف والعيش فيها.

ويمكن تفسير حالة التكيف على أساس أن الخلايا المكونة للكائن الحى لها مدى واسع من التحمل ، وباستطاعتها الاستمرار فى فعاليتها تحت الظروف المفروضة عليها، أو أن

هذه الكائنات المعرضة للظروف القاسية -ولفترة طويلة- يحدث فيها تغيرات على مستوى المكونات الوراثية- الجينات - مما يمكنها من تحمل هذه الظروف.

فبعض الجينات يحتاج لدرجة حرارة معينة حتى يظهر تأثيره، لو لم تتوافر هذه الدرجة من الحرارة لما ظهر تأثير هذا الجين.

"ولقد استعمل فرانسيس جالتون Francis Galton (١٨٢٢-١٩١١) للدلالة على هذين النوعين من التأثيرات التعبيرين الوراثة Nature، والبيئة Nuture".

كما أن البيئة بتأثيراتها المختلفة قد تؤثر تأثيراً كبيراً للغاية على عمل الجين ، بل قد تغير تركيبه الكيميائى ومن ثم تحدث به طفرة ، ويكون الناتج النهائى هو تغير الصفة الوراثية مطلقاً.

أولا : الوراثة المتكاملة :

مثال ذلك صفة اللون التى ترتبط ارتباطاً وثيقاً بأشعة الشمس ، لكن المسئول الأساسى عن اللون كصفة هو الجين ولكن جانب البيئة لا يهمل.

قد تحدث البيئة طفرة فى صاحب اللون الأسود -فى الجين المسئول عن اللون الأسود- ومن ثم فهو أسود مظهراً إلا أنه مخبراً (الطرز الجينى) يحمل جين لون آخر غير اللون الأسود - فعند تزاوجه لن ينجب أبناء سوداً رغم أنه أسود.

من ثم يظهر أن هناك ارتباطاً وثيقاً بين التأثير الجينى والتأثير البيئى ، أى أن هناك تأثيراً مشتركاً لسلوك كل من الجين والعامل البيئى فى إظهار الصفة ، والوراثة المتكاملة هى نوع من تداخل فعل الجينات تظهر فيه الصفة الوراثية بزوجين من الجينات يفرز كل منهما إنزيماً يدخل فى جزء من خطوات تكوين الصفة.

الجيل الأول فى الوراثة المتكاملة يحمل صفة وسطية بين صفتى الأبوين ، أما الجيل الثانى فيظهر بنسبة ٩ سائد : ٧ متنحى .

ثانيا : الوراثة الكمية – الجينات المتراكمة :

اللذان وضعا أسس هذه الوراثة هما العالمان (نيلسون إيل) Nilson Ehle ١٩٠٨ وهو سويدى و (إيست) Eeast عام ١٩١٠ أمريكى .

والوراثة المتراكمة أو الكمية هى أيضاً نوع من تداخل فعل الجينات حيث يتحكم فى الصفة الوراثية عدة أزواج من الجينات ، وللتبسيط نقول زوجين وتتدرج الصفة حسب عدد الجينات وتزداد قوتها بزيادة عدد الجينات السائدة.

الجيل الأول يحمل صفة وسطية بينما الجيل الثانى فتظهر الصفة بنسبة

١	٤	٦	٤	١
سائد	يميل للسائد	وسط	يميل للمتنحى	متنحى

وقد اتضح أن هذه الوراثة تظهر بوضوح فى وراثة لون البشرة فى الإنسان.

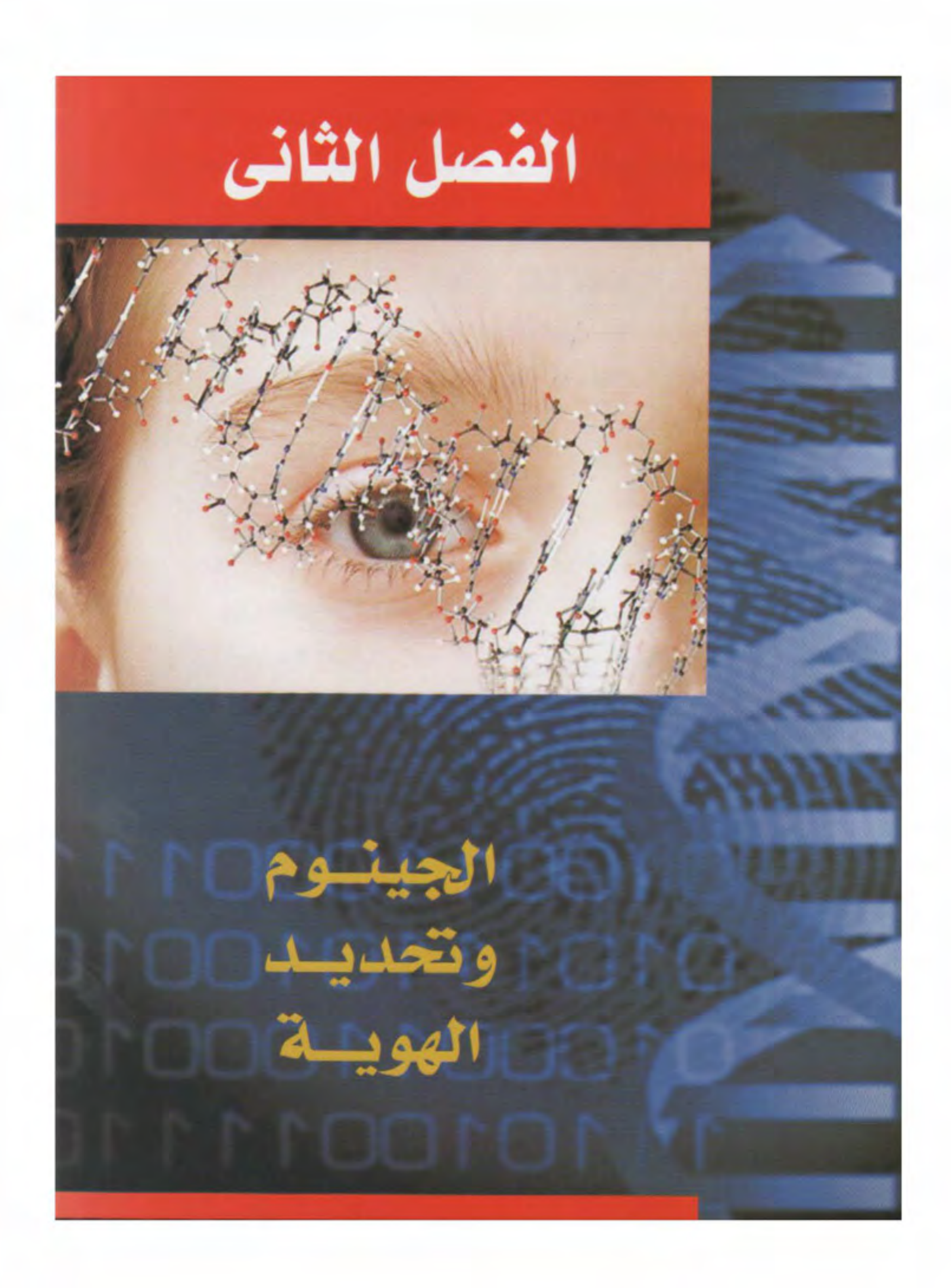
ثالثا : الوراثة المميتة :

وهى التى يكون الجين المميت فيها سائداً أو متنحياً ووجوده بصورة نقية – (المتنحى مضمون نقاوْه)–يسبب موت حامله .

رابعا : الوراثة متعددة البدائل :

و هى التى يوجد فيها للجين أكثر من بديل مثل وراثة لون الفراء فى الأرانب الهيمالايا، ووراثة فصائل الدم فى الإنسان ، ووراثة عامل ريساس أيضا فى الإنسان ... إلخ.

هناك أيضا سلوك جينى آخر فى بعض الصفات حيث يرتبط عمل هذه الجينات أو يتأثر بإفرازات هرمونية غدية ، تتحدد تبعاً لجنس حاملها كالصفات المرتبطة بالجنس والصفات المتأثرة بالجنس .. والتى حظيت بتجارب العديد من العلماء، على رأسهم العالم مورجان عام ١٩١٠م على الجينات المرتبطة بالجنس فى الدروسوفيلا .


الفصل الثانى
الجينوم
وتحديد
الهوية

مفهوم الجينوم البشرى :

الجينوم يعنى المحتوى الكامل لجميع جينات الكائن الحى ، ويقصد بذلك أى كائن حى سواء أكان هذا الكائن الحى نباتاً أو حيواناً أو إنساناً ، أو كائناً حياً دقيقاً كالبكتيريا والفيروسات ... إلخ .

لكن هذا لا يعنى أن الجينوم يعبر فقط عن العدد الكلى للجينات ، وإن كان هذا يمثل إحدى الجزئيات المهمة لمفهوم الجينوم ، لكن للجينوم مفاهيم أخرى غير المفهوم العددى، ولذلك كان تعريفنا له على أنه المحتوى الكامل ، وليس العدد الكامل ، والمحتوى الكامل له مفاهيم عديدة منها :

المفهوم العددى :

والذى نقصد به العدد الكامل للجينات داخل الخلية الحية ، وعلى سبيل المثال فجينوم الخلية الحية للإنسان يبلغ ثلاثين ألف جين ، وفى الدودة الاسطوانية تسعة عشر ألف جين، وفى فطر الخميرة ستة آلاف جين ، وفى ميكروب الدرن أربعة آلاف جين ، وهذا العدد يتوقف على التعقد الوظيفى للكائن الحى ، فكلما كان الكائن الحى أكثر تعقيدا زاد عدد الجينات المكونة للجينوم الخاص به .

المفهوم الوظيفى :

والذى يعنى عدد الجينات التى تقوم بأداء وظائف داخل الجينوم ، فليست كل الجينات مسئولة عن أداء وظيفى معين ، وإنما قد تساعد فى أداء الوظيفة ، كذلك نوعية الوظيفة التى يقوم بها كل جين داخل الجينوم ، ومدى ارتباط هذه الوظيفة بوضع التخصص فى الجسم ، وعدد الجينات المشتركة فى أداء وظيفة ما ، ومهام كل جين فى القيام بهذه الوظيفة .

المفهوم المكانى :

ونقصد به موقع ومكان كل جين داخل الجينوم ، فلكل جين موقع محدد ، يستطيع من خلاله أن يقوم بأداء وظائفه ، والتعبير عن نفسه ، وقد يتغير هذا الموقع فجأة نتيجة تعرُض الجين لمؤثرات ما تجعله يهاجر من موقع إلى موقع آخر ، فيما يُعرف بالجينات القافزة من موقعها وأسباب هذه الحركة أو الهجرة الجينية ، ولابد أن نشير فى هذا الصدد

إلى أن بعض الجينات توجد بسيتوبلازم الخلية، وتكون مسئولة عن نوع من الوراثة يسمى بالوراثة السيتوبلازمية، ومعظم الجينات توجد فى النواة، وتكون مسئولة عمّا يسمى بالوراثة النووية ، كذلك يشتمل هذا المفهوم على موقع الجينات بالنسبة لبعضها البعض سواء أكانت داخل النواة أم داخل السيتوبلازم .

المفهوم الاجتماعى :

نقصد بذلك المفهوم علاقة الجينات بعضها بالبعض، فبعض الجينات تحتاج جينات تنشيطية ، لكى يقوم بالتعبير الجينى، وإظهار خصائصه الوظيفية، وقد تكون علاقة التنشيط تلك قائمة بين جين فى النواة وآخر فى السيتوبلازم، وقد تكون علاقة التنشيط قائمة بين جينات تقع داخل النواة، وقد تحدث بين جينات تقع فى السيتوبلازم.

ويشتمل هذا المفهوم على تحديد نوعية العلاقات المتبادلة، وعدد هذه العلاقات، ودرجة تأثيرها فى رسم التأثير الجينى العام للخلية الحية، وذلك يعطى انعكاساً واضحاً للصورة التى يوجد عليها مجتمع الجينات، وهى صورة تفيد كثيراً فى بعض الحالات المرضية الوراثية، والتنبؤ بها، فيما يُعرف بالاسترشاد الوراثى.

المفهوم التعبيرى :

المقصود بالمفهوم التعبيرى، تعبير الجين عن نفسه، والذى نعنى به قدرة الجين على تحويل المعلومات المحمولة عليه إلى ناتج حيوى، سواء أكان ذلك متمثلاً فى هرمون إنزيم أو سائل مناعى، أو مكون دموى ، أو مكون خلوى ما.

ومن المهم فى هذه الحالة أن نحدد درجة التعبير الجينى، والذى يُقصد به معدل تحول المعلومات المحمولة على الجين إلى النواتج البيولوجية المشفرة لها، وإذا كان هذا المعدل كبيراً فإن الصفة الوراثية تظهر بوضوح، وإذا كان هذا المعدل صغيراً فإن الصفة الوراثية تقل درجة وضوحها .

ومثالاً لذلك : وراثة لون البشرة فى الإنسان، والتى تتميز بأنها من النوع التركيبى، والمنتج البيولوجى الذى يؤثر فى مظهر البشرة حينئذ نوع من البروتين يسمى "بالميلانين"،

فكلما ازدادت درجة التعبير الجينى للجينات المشفرة لتكوين "الميلانين" ازداد المعدلً الإنتاجى لبروتين "الميلانين" ، وتزداد درجة قتامة البشرة، والعكس صحيح.

لابد أن نحدد فى هذا المفهوم العلاقات ما بين التعبيرات الجينية ، فالتعبير الجينى التراكمى لعدد ما من الجينات المتحكمة فى إظهار صفة ما هو محصلة لكل تعبير خاص بكل جين، لكن فى التعبير التكاملى، فإنه يوجد أكثر من جين يعَبر عن نفسه، لكن طريقة التنسيق بين هذه الجينات مهمة ، فبعض الجينات مسئولة مسئولية تامة عن إظهار الصفة، أما الجينات الأخرى المشاركة فى التعبير الجينى، فهى تفرز إنزيمات تساعد على ظهور الصفة، ولابد فى هذه الحالة من فهم تلك العلاقات وتحديد أدوارها بدقة. (Barbaro, A. *et al*., 2003).

تلك هى المفاهيم المختلفة لمصطلح الجينوم، والتى كان من الضرورة أن نشير إليها، لكى نفهم المعنى الشامل والعام لكلمة جينوم، والتى نجملها فى تلك النقاط :

- تحديد عدد جينات الكائن الحى .
- تحديد النشط والكامن " غير النشط " من تلك الجينات فى الخلية المتخصصة .
- تحديد موقع كل جين فى الجينوم .
- تحديد المسافات بين الجينات فى الجينوم .
- تحديد وظيفة كل جين تحديداً .
- تحديد العلاقات المتبادلة بين مختلف الجينات فى الجينوم .
- تحديد درجات التعبير الجينى المختلفة لكل جين .
- تحديد المؤثرات المختلفة الممكن والمحتمل تأثيرها على الجين وكيفية حدوث هذا التأثير وطريقة حدوثه .
- تحديد الحروف الوراثية فى كل جين [والممثلة فى القواعد الآزوتية الأربع: الأدنين والجوانين والسيتوزين والثايمين]، والتى تبلغ - على سبيل المثال - للجينوم البشرى البالغ ثلاثين ألف جين ، ثلاثة مليارات ومائتى مليون حرف وراثى، تتابعات مشفرة وغير مشفرة مسئولين عن مختلف العمليات الحيوية داخل مليارات الخلايا البشرية .

المراحل التاريخية للأطلس الجينى

لكى نستطيع أن نستوعب ماهية الخريطة الجينية، لابد من التعرف على المراحل التاريخية للأطلس الجينى، فقد أسس "مندل" علم الوراثة، واستطاع العلماء هرشى وتشيص وتشارجاف وغيرهم من العلماء أن يثبتوا أن المادة الوراثية لمعظم صور الحياة هى مادة الدنا الوراثى "DNA"، ثم استطاعت العالمة روزلايند فرانكلين أن تنجح فى الحصول على صور لبلورات نقية باستخدام تقنية حيود الأشعة السينية ، وفى عام ١٩٥٣م استطاع العالمان جيمس دوى واطسن.. [أمريكى] وفرانسيس كريك [إنجليزى] وضع نموذج يوضح تركيب شريط الدنا الوراثى ، وفى عام ١٩٦٦م تم اكتشاف الشفرة الوراثية للإنسان، حيث استطاع العلماء أن يثبتوا أن الشفرة الوراثية ثلاثية، أى تتكون من ثلاث قواعد آزوتية، وكل شفرة تعبرّ عن حامض أمينى، لكن يمكن التعبير عن الحامض الأمينى الواحد بأكثر من شفرة، وفى عام ١٩٧٢م استطاع العلماء نقل جين من كائن حى لكائن حى آخر، وكان ذلك بداية لثورة الهندسة الوراثية، وتكنولوجيا الجينات ، وفى عام ١٩٨٣م نُشرت أول أبحاث تتعلق بالأمراض الوراثية، وكان هذا يمثل بداية الاقتراب من الخريطة الجينية للإنسان ، وفى عام ١٩٨٥م عُقد أول مؤتمر موسع بالولايات المتحدة الأمريكية فى الفترة من [١٩٨٥-١٩٨٨م] ، وذلك لمناقشة الاستراتيجية المناسبة للتعرف على ما أسماه العلماء فى هذا الوقت بالمخزون الوراثى البشرى ، وفى عام ١٩٨٨م نجح العلماء فى وضع خطة العمل وأسلوب التنفيذ للمخزون الوراثى البشرى ، وإعداد التمويل الكافى وتوزيع العمل بين الدول المشاركة فى المشروع ، وهى ست دول شملت : الولايات المتحدة الأمريكية، وبريطانيا، وفرنسا، وألمانيا، والصين واليابان ، وفى عام ١٩٩٠م بدأ العمل بالمشروع وعُرف بمشروع الجينوم البشرى "Human genome project" أو [H.G.P]، واتفق على أن الهدف هو رسم ما يسمى بالخريطة الجينية البشرية، والتى تشتمل على النقاط السابقة المحددة للجينوم، حيث بدأ العمل منذ أول لحظة وتم تكليف فريق العمل بالبدء، والذى قاد المشروع البروفيسور/ فرانسيس كولينز ، وهو شخص هادئ الطباع يميل إلى الابتسام دوماً ، أبيض الوجه طويل القامة، يميل إلى العمل الإبداعى والبحث وراء الجديد .

لقد بلغت تكلفة مشروع الجينوم البشرى مليارات الدولارات، وكان نصيب الولايات المتحدة الأمريكية منها ثلاثة مليارات دولار، والتوزيع النسبى لهذه التكلفة كان كالتالى:

٥٥٪ الولايات المتحدة الأمريكية

٢٣٪ بريطانيا

١٠٪ اليابان

٢,٥٪ فرنسا

١,٥٪ ألمانيا

١٪ الصين

لقد نجح العلماء فى رسم خريطة كاملة لجينات الإنسان ، و تم طرح الخريطة الجينية على شبكة الإنترنت، لكى يستطيع أن يتابعها الباحثون، ويبدوا اقتراحاتهم لإمكانية الاستفادة من تلك الخريطة ، والموقع المطروح على الإنترنت هو: www.ncbi.nih.gov

الجوانب التطبيقية للخريطة الجينية والجينوم البشرى من منظور عام :

إنَّ معرفتنا الكاملة بالخريطة الجينية البشرية، ستساعدنا كثيراً فى التعرف على الجينات المعيبة، وموقعها فى الجينوم، وتحديد مدى علاقاتها مع الجينات الأخرى، ومن ثمّ نختار الوسيلة الأنسب للتعامل مع هذه الجينات ، وعلى حد قول "ب ـ باريت" المسئول الرئيسى لشركة "ساليرا جينومكس" فى روكفيل : "إن معظم تطبيقات الخارطة الجينية فى المرحلة المقبلة ستنصب على الوصول لتصميمات علاجية مبرمجة على أساس جينى كالبروتينات العلاجية، والتى نجح العلماء فى إنتاج بعضها، وتحاول العديد من الشركات الدخول فى مجال إنتاج البروتينات العلاجية، وتُعرف تلك الثورة العلمية بثورة البروتيوم، أى أنواع البروتينات المختلفة التى يتم تركيبها وفقاً للتعليمات المحمولة على أنواع الرنا المرسال "messenger–RNA".

ولاشك أنَّ إمكانية إنتاج البروتينات العلاجية قد ازدادت وسيزداد معدلها بعد أن قاربت

الخريطة الجينية البشرية على الاكتمال، وينبغى أن نشير إلى أننا نقصد بالبروتينات العلاجية البروتينات المنتجة بواسطة تكنولوجيا الجينات، وتستخدم كمعالجات .

كما أن معرفتنا بالفروق الجينية بين شخص وآخر ستمكننا من تصميم أدوية فردية أى تستخدم لفرد واحد فقط، لأنها تتناسب مع تعبيره الجينى، وهو الاتجاه الصحيح فى إنتاج الدواء خلال القرن الحادى والعشرين، فكما يرى د. كريج فينتر مدير شركة ساليرا جينومكس " الشركة الخاصة العملاقة والمنافسة للاتحاد الحكومى لمشروع الجينوم البشرى": "أنه بسبب الاختلافات الجينية فإن نسبة كبيرة من الأدوية قد تصل إلى ٥٠٪ تؤثر فى شخص من جماعة، وقد لا تؤثر فى شخص آخر من الجماعة نفسها ، بل قد يتعدى الأمر ذلك إلى كون دواء ما علاجاً لشخص، وقد يكون ساماً لشخص آخر".

ومن ثَمَّ فإنَّ تطوير اختبارات جينية للدم، ستساعدنا كثيراً فى الحكم على تأثير دواء ما بالنسبة لشخص ما... هل هو إيجابى أم سلبى، ودرجة تأثير هذا الدواء.

لقد أتاحت البيانات المطروحة من خلال شبكة الإنترنت على بنك الجينات الخاص بمشروع الجينوم البشرى للعديد من شركات الأدوية التعرف على عمليات السلسلة الجينية، واتجاهها لتكوين كتالوج جينى بشرى خاص بها، واستصدار براءات اختراع خاصة بذلك، ومن ثَمَ يصبح إجراء الأبحاث الخاصة بتلك الجينات مرتبطاً بالحصول على موافقة مسبقة من تلك الشركات فى ظل حقوق الملكية الفكرية ، وإن كان هذا يواجه معارضة من المؤسسات التى تعمل فى مجال أخلاقيات العلوم والتكنولوجيا.

سجلت شركة "إنسايت جينومكس" - كما يقول الدكتور/ سكوت ، رئيس الشركة - خمسمائة براءة اختراع ، تركزت على اكتشاف بعض الجينات ، كما أنها بصدد تسجيل ما يقرب من سبعة آلاف براءة اختراع أخرى .

ويقف بعض العلماء ضد هذا الاتجاه [استصدار براءات اختراع للجينات البشرية] ، ومن هؤلاء الدكتور/ ويلسون من جامعة واشنطن، والذى يرى أنَّ استصدار مثل تلك الشركات لهذه البراءات هو بمثابة امتلاك ما ليس لها بحق ، كما يرى أن إجراء أبحاث مستقبلاً وجعله مرهوناً بموافقة مسبقة من تلك الشركات هو حجر من تلك الشركات على العلماء، وفيه إهدار لطاقة العلماء من الدول النامية الذين لاينتمون- بواقع الحال- لأى من تلك الشركات .

لكن د. فينتر مدير شركة ساليراجينومكس يعارض طرح بيانات سَلْسَلَة الجينوم مجاناً لمن يريد من خلال مواقع شبكة الإنترنت، ويرى أن ذلك لابد أن يكون مدفوع الأجر، لأن هذه البيانات تمثل حقاً لمن أنفق عليها مجهوداً بحثياً يمثل عقداً كاملاً من الزمان "عشر سنوات" لما يزيد على ألف عالم وباحث ، كل هذا، أما أن نصبح متساوين مع من لم يبذل مجهوداً، بل وجد تلك البيانات متاحة على شبكة الإنترنت، فبدأ يوظفها لصالحه فى تطبيقات مختلفة، فهذا ليس منطقياً بأى حال من الأحوال ، ولهذا السبب حدث الاختلاف بين الاتحاد الحكومى لمشروع الجينوم البشرى، بقيادة دكتور/ فرانسيس كولينز، والذى حرص على الإتاحة المجانية للبيانات الخاصة بالخريطة الجينية، وبين شركة ساليراجينومكس بقيادة كريج فينتر الذى يرى أن احتكار البيانات يمثل حقاً طبيعياً لمن أنجز .

لقد حسم ذلك الرئيس الأمريكى السابق "بيل كلينتون" فى شهر مارس من عام ٢٠٠٠م، ببيان يحبذ فيه الإتاحة المجانية للبيانات الخاصة بالخريطة الجينية ، وقد اشترك معه فى البيان رئيس الوزراء البريطانى "تونى بلير"، وقد أدى ذلك إلى حدوث تقلص فى أسهم الاستثمار فى مجال المعلومات الحيوية الخاصة بالخريطة الجينية، مما عُدَّ ضربة كبيرة للمخطط الرأسمالى للشركة العملاقة "ساليراجينومكس"، وكان نتيجة ذلك – كما يقول "ب . باريت" المسئول الرئيسى فى شركة "ساليرا جينومكس" – أن الشركة أرسلت مذكرة احتجاج إلى البيت الأبيض ثانى يوم إذاعة بيان الرئيس الأمريكى ، أوضحت فيها التكلفة البحثية للتجارب وعدد الباحثين المشاركين فى المشروع، والفترة الزمنية التى استغرقها المشروع، واختتمت خطابها بعدم معارضتها للإتاحة المجانية ، بشرط أن تقوم الإدارة الفيدرالية الأمريكية بتعويض الشركة عن خسائرها فى حالة حدوث الإتاحة المجانية، وقد تلقى البيت الأبيض المذكرة، وطلب مهلة أسبوع للرد عليها، وفى الأسبوع الثانى من إذاعة بيان كلينتون أصدرت إدارة البيت الأبيض بيانها بالسماح بتسجيل البراءات والاحتفاظ بالبيانات الخاصة بالرعاية الطبية القائمة على معلومات جينية.

وقد اتجهت ساليراجينومكس بعد ذلك إلى تسويق برنامجها عن الجينوم البشرى للمشتركين فقط من خلال شبكة الإنترنت، ويعتقد د. فينتر بأنه خلال الفترة المقبلة سيزداد عدد الزائرين من الباحثين من مختلف دول العالم لموقع ساليرا جينومكس على الإنترنت .

أما بخصوص تحديد الجينات المرضية، فلا يقتصر المجهود البحثى على تحديد الجينات المرضية فقط، بل يجب تحديد الأسباب الجوهرية لكون هذه الجينات مرضية، والتنبؤ بالوقت الذى تعبر فيه هذه الجينات المرضية عن نفسها ، ومثالاً لذلك الجين BRCA1، والجين BRCA2، فرغم التأكد من مسئوليتهما عن الإصابة بسرطان الثدى، إلاّ أنّ مناقشة أسباب تعبير الجينين عن نفسهما فى وقت محدد، وكيفية الإسهام فى حدوث المرض، وعلاقتهما بما حولهما من الجينات الطبيعية "السليمة" لم تحزم بعد .

وكذلك الجينات المسئولة عن مرض "هنتجتون"، فرغم تحديد هذه الجينات، لكن العلماء لم يتوصلوا لطريقة يمكنهم من خلالها التحديد الدقيق لنشاط تلك الجينات، وظهور الأعراض المرضية، وكذلك كيفية تطور المرض ، وعلاقة ذلك بالتحكم الجينى، وينطبق ذلك أيضاً على مرض الزهايمر .

لقد كان المتابعون لمشروع الجينوم البشرى والخريطة الجينية فى شغف شديد بمعرفة التطبيقات الممكنة للخريطة الجينية، وخصوصاً تلك التى تمس حياتهم، وتكون وثيقة الصلة بهم .

وقد حدد الدكتور (و.أ. هازلتاين) مدير برنامج علوم الجينوم البشرى فى ميريلاند هذه الأهداف والتى نجملها فيما يلى :

١ - استخدام معلومات الخرطنة الجينية فى التنبؤ الوراثى :

والذى يشتمل على كل ما يتعلق بالإنسان من صفات وعمليات حيوية، خاصة فى الاتجاه المستقبلى لسير هذه العمليات، والتنبؤ بإمكانية حدوث اختلالات جينية من عدمه، ومدى تأثير مثل هذه الاختلالات على صحة الإنسان.

٢ - استخدام البيانات الخاصة بالخريطة الجينية فى الاسترشاد الوراثى :

المقصود بالاسترشاد الوراثى دراسة المخزون الوراثى للفرد الحالى، والسجل الوراثى للآباء والأجداد، على امتداد أكبر أجيال ممكنة، ويمثل ذلك امتداداً رأسياً للسجل الوراثى ، كما يشتمل الاسترشاد الوراثى على دراسة الامتداد الأفقى، وذلك

بدراسة المخزون الوراثى لشجرة العائلة، والتى تشتمل على الإخوة الذكور والإناث، وأبناء الإخوة ذكوراً وإناثاً ، وأحفاد الإخوة - إن وجدوا - ذكوراً وإناثاً، والعمات وأبنائهن وأحفادهن ذكوراً وإناثاً ، والأخوال والخالات وأبنائهم وأحفادهم ذكوراً وإناثاً .

تمت دراسة المخزون الوراثى للأجداد من خلال عينات من خلاياهم وهم أحياء، مع مراعاة تسجيل ملاحظاتهم حول تاريخهم المرضى بعناية فائقة، أما إذا كانوا من الأموات، فيمكن أخذ خلايا من أجسادهم - إن أمكن ذلك - وتحليلها وتسجيل ملاحظاتنا حول المخزون الوراثى، مع مراعاة تسجيل الملاحظات التى يجب الاستقصاء عنها من خلال أبنائهم أو أحفادهم أو ممن كانت لهم بهم علاقة، والتى توضح كثيراً من مظاهر تاريخهم المرضى.

وقد وفرت لنا الخريطة الجينية كثيراً من المعلومات حول مواقع الجينات، مما يفيدنا كثيراً فى تحديد المستقبل الصحى للإنسان ، من خلال دراسة السجل الوراثى له بامتداده الأفقى والرأسى، ومن ثَمّ الحكم على مستقبل حالة انتظام التعبير الجينى بشكل طبيعى من عدمه فى الإنسان.

٣ - التشخيص الوراثى المبكر للأمراض :

المقصود بالتشخيص الوراثى استخدام العوامل الوراثية "الجينات" لتحديد وجود حالة مرضية من عدمه، ونعنى بالتشخيص الوراثى المبكر، القيام بعملية التشخيص فى المرحلة الجينية المبكرة، والتى تعتمد على مستويات عديدة خلال مرحلة التكوين الجنينى.

لقد تطورت المشخصات الوراثية، وأصبحت تعتمد إلى حد كبير على منقبات جينية مصممة خصيصاً للتكامل مع الشريط المفرد لجين مرضى، مما يعنى أن المرض المراد اختبار وجوده موجود .

وتم ذلك إما فى مرحلة ما قبل الإخصاب على مستوى الأمشاج سواء أكانت الحيوانات المنوية أم البويضات، أو فى مراحل التكوين الجنينى، بخاصة فى المراحل المبكرة.

إن معرفتنا بالخريطة الجينية ستساعدنا كثيراً فى تيسير تصميم العديد من المنقبات التى تعمل كمشخصات مرضية، كما ستساعدنا على تحديد الجينات المعيبة تحديداً دقيقاً.

٤ - اقتراح الوسائل الممكنة للتعامل مع الجينات المعيبة :

المقصود بالجينات المعيبة جينات بها اختلالات فى تركيبها الكيميائى، حيث تحولت من جينات تشفر لتكوين مواد مفيدة للجسم إلى جينات تشفر لتكوين مواد ضارة، أو جينات توقفت عن الأداء الوظيفى المهم والمفيد للجسم، وفى هذه الحالة، فإنً اقتراح أسلوب تكنولوجى للتعامل مع تلك الجينات يتطلب معلومات تفصيلية عن تلك الجينات، مثل : موقعها، ونوعها، وكيفية تعبيرها عن نفسها، ودرجة هذا التعبير، وعدد الحروف الوراثية المكونة للجين، وتسلسل هذه الحروف، وعلاقة تلك الجينات بالخلية الحية سواء ما كان منها بالنواة أو السيتوبلازم، وكل هذه المعلومات تم توفيرها من خلال الخريطة الجينية.

وبناءً على هذه المعلومات يتم اختيار الأسلوب الأمثل للتعامل مع تلك الجينات ، وذلك من خلال عدة أساليب تشتمل على استئصال الجينات المعيبة، أو إدخال جينات سليمة تقوم بالتشفير للأداء الوظيفى الخاص بالجينات المعيبة، أو تنشيط الجينات المرضية حتى لاتعبر عن نفسها.

٥ - إنتاج البروتينات العلاجية :

المقصود بالبروتينات العلاجية، مركبات بروتينية عبارة عن عديد ببتيد به العديد من الأحماض الأمينية،فى الغالب تكون تلك البروتينات العلاجية هرمونات كهرمون الأنسولين الذى يفرز من خلايا بيتا ß-cell، ويقوم بخفض كمية الجلوكوز فى الدم فى حالة الزيادة، وهرمون الجلوكاجون الذى يفرز من خلايا ألفا بالبنكرياس - ∝ cell والذى يقوم برفع كمية السكر فى الدم فى حالة نقصها، وهرمونات الثيروكسين، وهرمون الخصوبة... إلخ .

وقد تكون تلك البروتينات العلاجية مركبات أخرى غير هرمونية، كإنزيمات التمثيل الغذائى، بخاصة تلك التى تفرزها خلايا الكبد، وكذلك الإنزيمات المسئولة عن تحول المركبات السامة إلى مركبات غير سامة يمكن للجسم أن يستفيد منها، كإنزيمات تحول اليوريا إلى مركبات أقل سمية.... إلخ .

تحدث الحالات المرضية فى الجسم نتيجة حدوث اختلالات فى العمليات الحيوية التى تتم داخل الجسم، والعملية الحيوية تعنى سلسلة من التفاعلات الكيموحيوية التى تتم داخل الخلية الحية، ويتحكم فى تنظيم حدوث هذه التفاعلات الهرمونات والإنزيمات، فكل خطوة لابد أنً يلزمها إنزيم أو أكثر، وقد يوجد هرمون ضرورى لإتمام العملية الحيوية .

وليس معنى قولنا إنً هرمون الأنسولين هو المسئول عن خفض كمية الجلوكوز فى الدم، أن هذا يتم بمجرد وصول الأنسولين للدم، لأن العملية أعقد من هذا بكثير، وهى عملية تشتمل على العديد من التحولات الكيميائية ، ولسنا بصدد الحديث عنها فى كتابنا هذا .

يتحكم فى تكوين الهرمون أو الإنزيم وتخليقه داخل الجسم جينات محددة داخل الطاقم الوراثى، حيث تمر مراحل تخليق الهرمون أو الإنزيم بمراحل كيميائية مختلفة، ويتحكم فى توجيه هذه العمليات والمراحل جينات فى الجينوم البشرى ، وتتحدد مسئولية هذه الجينات بالنسبة للبروتينات العلاجية فى التشفير لتكوين هذه المركبات ، وتوجيهها للأداء الوظيفى الخاص بها وفقاً للبرنامج الوراثى الموجود ، كما أن مشروعاً كبيراً بدأ منذ عام ١٩٩٩م بين المعهد الوطنى للسرطان بميريلاند الولايات المتحدة الأمريكية، وشركة بريستول للأدوية ، وشركة جينتك لأبحاث الجينوم، وشركة جلاسجو للأدوية ، وذلك لتحديد البروتيوم البشرى الذى يمكن استغلاله فى تصميم أدوية ناجحة ضد سرطان الثدى ، حيث يقول الباحث "فورميلا" الباحث بمشروع أطلس فى بوسطن : «إن مشروع الجينوم البشرى هو الأساس للانطلاق لتحقيق مشروع البروتيوم البشرى، فكل تعبير جينى فى النهاية يترجم إلى بروتينات لها وظيفة محددة داخل الجسم البشرى، وسوف تكون ثورة البروتيوم هى الثورة العلمية القادمة بعد ثورة الجينوم البشرى» .

إن ثمة مشروعاً قائماً بين شركتى "جينتكس" و"روش" لاستغلال بعض البروتينات فى تصميم أدوية للأمراض القلبية الوعائية، وبعض الأمراض السرطانية بخاصة سرطان المخ وسرطان البروستاتا ، كما خصصت المعاهد القومية الأمريكية للصحة منحاً للمراكز البحثية قدرها ٢٠ مليون دولار لدراسة الشكل ثلاثى الأبعاد لجزيئات البروتين، والجينات المستقرة لها، وهى تعتمد على استخدام الأشعة السينية فى قذف الجزيئات وتحليل النمط الإشعاعى الناتج من عملية القذف .

ورغم الصعوبات العديدة التى يواجهها العلماء فى خرطنة البروتيوم البشرى، إلاّ أن الآمال معقودة على إنجاز ذلك خلال أوائل العقد القادم من القرن الحالى، وهو أمل يراود البشر ويطمح إليه العلماء .

إن معرفة الجين والبروتين الذى يتكون تحت تشفيره من الأهمية بمكان، حيث يحمل الجين معلومة أو أكثر فى شكل تتابعات آزوتية على طول شريط الدنا الوراثى، وتترجم هذه الحروف الوراثية فى النهاية إلى بروتين، حيث يتم نسخ الشفرات الوراثية من على شريط الدنا الوراثى على شريط الرنا المرسال "mRNA" ، يتم ترجمتها إلى حامض أمينى يوضع فى مكانه ضمن سلسلة عديد الببتيد التى تكون البروتين ، قد يكون هذا البروتين العلاجى هرموناً أو إنزيماً أو مادة مضادة... إلخ ويتجه العلماء الآن لتحديد كل بروتين يؤدى عدم تكوينه نهائياً أو تكوينه بصورة مختلة إلى حدوث اختلالات فى النظام البيولوجى لجسم الإنسان، والتى يمكن أن تصنف كحالات مرضية، وكذلك تحديد الجينات المسئولة عن تكوين هذه البروتينات، ويكون التدخل الجينى فى هذه الحالة بدراسة حالة الجينات المسئولة عن عملية التشفير لتكوين هذه المواد، ومن ثَمّ تحديد التقنية التى يتم التدخل من خلالها، والتى تناسب حالة الجينات ، قد تكون هذه التقنية استئصال جين معيب وإدخال جين سليم، أو محاولة تنشيط الجين المسئول عن عملية التشفير ليؤدى مهامه، بشرط ألاّ يكون قد حدث تغير فى التركيب الكيميائى له ، أحياناً نحتاج لكمية كبيرة من بروتين علاجى معين كهرمون الأنسولين، وفى هذه الحالة نلجأ إلى عزل الجينات المسئولة عن عملية التشفير لهذا البروتين، وإيلاجها "إدخالها" داخل جينوم نظام بيولوجى يسمح بتكوين هذه الكميات الكبيرة وقد يكون هذا النظام البيولوجى كائناً حياً كاملاً وحيد الخلية كالبكتيريا، حيث يولج الجين داخل جينوم البكتيريا، ومن ثَمّ تتحول البكتيريا إلى كائن حى مفرز للأنسولين أو أى بروتين علاجى آخر، ويتم الحصول على البروتين العلاجى فى هذه الحالة بتكسير الخلية البكتيرية وفصل البروتين العلاجى بواسطة الفصل الكيميائى، وقد يكون الكائن الحى المختار لذلك هو الخميرة، ويتم إيلاج الجين أو مجموعة الجينات المختارة داخله، ثم يتم بعد ذلك الحصول على المادة الدوائية "البروتين العلاجى" بالفصل الكيميائى ، كما يمكن استخدام الغدد الثديية.

إن الكائنات الحية المحورة وراثياً أو الأعضاء المحورة وراثياً لإنتاج البروتينات العلاجية تعتبر مصانع أدوية متحركة حيوية، حيث يحور النظام البيولوجى لإنتاج البروتينات العلاجية.

يعتبر إنتاج الكائنات الحية المحورة جينياً خير بديل لمصانع الأدوية، والتى تأخذ مساحات شاسعة من حيث المكان، كما أن طاقم العمل بها يكون ضخماً ، كما أن معدل الإنفاق على الإنتاج والعمالة مرتفع للغاية .



(شكل رقم ٥) يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة المحورة جينياً فى إنتاج العديد من المركبات الدوائية المهمة كالأنسولين البشرى والإنترفيرون و مضادات السرطان ، ومن ثَمَّ تتحول هذه الكائنات الدقيقة المحورة جينياً إلى مصانع أدوية على مستويات المايكرو

٦ - التعرف الكامل على البروتينات البشرية :

إن عدد البروتينات المتوقع أن يقوم العلماء برصدها والتعرف على وظيفتها، ومعرفة تركيبها، ما يزيد على مليون بروتين، وكل هذه البروتينات تتكون تحت تشفير جينى من الجينوم البشرى الذى يتكون من ثلاثين ألف جين، ويحاول العلماء الآن التعرف على تلك البروتينات، ورسم خريطة لها، بما يُعرف بمشروع البروتيوم البشرى، والذى يشتمل على:

* تحديد نوع البروتين.

* تحديد التركيب الكيميائى للبروتين.

* تحديد وظيفة البروتين.

* تحديد موقع وجود البروتين فى الجسم البشرى.

* تحديد الشقوق الموجودة بالبروتين .

* دراسة التحولات البيوكيميائية التى تحدث للبروتين داخل الخلية الحية ، يقول الدكتور/ ج.م ليفين "الرئيس التنفيذى لشركة ميلينيوم للصيدلانيات، والتى تقع فى ماساتشوستس" : "إن دراسة البروتيوم البشرى هى الخطوة الأساسية بعد اكتمال خرطنة الجينوم البشرى، لأن ذلك سيوفر لنا معلومات كافية عن الشقوق الموجودة بالبروتين، وسيفيدنا ذلك فى تصميم أدوية تعمل خصيصاً من خلال تلك الشقوق، مما سيوسع كثيراً من مفهوم الأدوية حسب الطلب فى القرن الحادى والعشرين" .

وقد اهتمت العديد من شركات الأدوية العالمية العملاقة بمشروع البروتيوم البشرى، واعتبرته هدفاً أساسياً فى اقتصادياتها الدوائية، ومن أمثلة ذلك المشروع المشترك بين شركة "ساليرا جينومكس" العملاقة، وشركة "جين بيو"، والذى يهدف إلى الخرطنة الكاملة للبروتيوم البشرى .

إنَّ دراسة البروتيوم البشرى، ستوفر لنا مزيداً من فرص التدخل فى النظام البيولوجى البشرى، وكلما ازدادت معرفتنا ومعلوماتنا عن البروتين ، ازدادت فرص التدخل المرجوة، لذلك أسست شركات عملاقة للتعرف على الأبعاد الثلاثية للجزئ البروتينى، والتركيب الجزيئى له، وهذه الشركات هى : شركة سيركس "Syrix"، فى كاليفورنيا، وشركة ستراكشرال جينومكس Structural Genomics فى سان دييجو، وشركة شالون بيوتيك فى كندا .

تستعمل معظم هذه الشركات تقنية الأشعة السينية، حيث يتم قذف شرائط نقية لجزيئات

البروتين بواسطة الأشعة السينية، والتى ترتد من على الجزئ فى شكل منحنى، وبتحليل هذا الشكل المنحنى نحصل من خلاله على المعلومات التى نريدها، والتى تعتبر الأساس للثورة العلمية القادمة، والتى ستغير كثيراً من عمليات الإنتاج الدوائى التى تتبعها الشركات الحالية .

٧ – تحديد الاختلالات الناتجة عن التغيرات الكيميائية فى الجينات ومسبباتها :

تنتج هذه الاختلالات فى الغالب بسبب حدوث طفرات بالطاقم الوراثى، سواء أكانت الاختلالات الناتجة عن هذه الطفرات تورث عبر الأجيال "أمراضاً وراثية"، أم لا تورث أى لا تنتقل عبر الأجيال، وتحديد الحروف الوراثية التى حدث بها اختلال، ولكى يتحقق ذلك لابد من تحديد:

* الصبغى الحادث به الاختلال .
* الجزء من الصبغى الذى حدث به اختلال .
* الجين الحادث به الاختلال .

وتقدم دراسة الطفرات فى ظل مشروع الجينوم البشرى معلومات عن :

- تحديد وظيفة الجين قبل حدوث الطفور به .
- تحديد درجة تأثر الأداء الوظيفى للجين بعد حدوث الطفور .
- تحديد المواد المطفرة "المسئولة عن إحداث الطفرات" .

٨ – التحديد الدقيق للأداء الوظيفى للجينات البشرية :

ليست كل الجينات البشرية تشفر لتكوين بروتينات، بل يلعب بعضها دوراً تنظيمياً لجينات أخرى، كما توجد جينات تشفر لتكوين أنواع الرنا الوراثى، وجينات أخرى تنظم الأداء الوظيفى لأنواع الرنا المختلفة، ويعمل العلماء فى تلك المرحلة على تحديد الجينات التى تدخل فى توجيه تلك العمليات.

وتعتبر تلك المرحلة مهمة جداً فى ثورة البروتيوم، حيث تدخل أنواع الرنا فى عملية تخليق البروتين، والتى تبدأ بنسخ الشفرات الموجودة على شريط الرنا الوراثى فى شكل شفرات مقابلة على شريط الرنا الوراثى ، مع استبدال القاعدة الآزوتية الثايمين بقاعدة آزوتية يوراسيل (U)، ثم تتم ترجمة كل ثلاثة حروف وراثية بواسطة الرنا الريبوسومى إلى حامض أمينى يُستدعى بواسطة الرنا الناقل ويوضع فى مكانه، ويتم ربطه بالحامض الذى قبله والذى بعده من خلال روابط ببتيدية، لتتكون فى النهاية سلسلة طويلة من عديد الببتيد، ويقف تنامى السلسلة عندما نصل لكودون وقف، والذى يمثل نقطة انتهاء بناء البروتين .

توجد جينات أخرى تنظم عملية تخليق البروتين، لكنها لا تدخل فى عملية التخليق، وهذه الجينات ذات أهمية كبيرة فى عملية تخليق البروتين، رغم أنها جينات تنظيمية فقط.

تعتبر تلك المهام التى تشتمل على تحديد الجينات الوظيفية والتنظيمية والجينات المشفرة لتكوين بروتين، والتى لا تشفر لتكون البروتين، وأنواع البروتين التى ينتجها الجين الواحد، وهل يدخل أكثر من جين كعمل تراكمى فى إنتاج بروتين ، والوظائف المتعددة التى يؤديها البروتين... كل هذا كما يقول د. كريج فينتر مدير شركة "ساليرا جينومكس": "سنحتاج إلى زمن طويل لإنجازه، ولن أكون مبالغاً إذا قلت إن تلك العمليات من الرصد والتحليل والتعرف ستستغرق معظم عقود القرن الحادى والعشرين".

٩ - تفسير وإيضاح العديد من حقائق المادة الحية :

لقد أصبحنا قادرين تماماً – بعد اكتمال الخريطة الجينية – على فهم العديد من الحقائق البيولوجية عن المادة الحية، بعمق أكثر مما سبق، حيث نتبع مراحل توجيه المعلومة الوراثية بداية من نسخ الشفرة الوراثية من على شريط الدنا الوراثى "DNA"، وحتى تكوين البروتينات الخاصة بالكائن الحى، وكذلك تفسير الاختلالات الخلوية ما نشأ عنها من مهاجمة ميكروب ، أو نشأ من توارث جينات مرضية ، أو نشأ من اختلالات ذاتية داخل الخلية الحية، وذلك بناءً على عمليات التغيير فى الحروف الوراثية .

لقد ساعد فهمنا الكامل للدم الوراثى للكائن الحى، واستيعابنا للكم المعلوماتى الفائق المحمول عليه فى فهم كيفية توارث الصفات، وتفسير اختفاء صفات وراثية تم ظهورها فى جيل معين عبر سلسلة ممتدة من الأجيال، وأسباب انتشار مرض وراثى بعينه فى عشيرة ما، وعدم ظهوره مطلقاً فى عشيرة أخرى، كما ساعد فهمنا للمخزون الوراثى البشرى فى تحديد الوجهة الصحية للتحسين الوراثى على مستوى الكائنات الحية بخاصة الإنسان، حيث تلتقى الأليلات الجينية المتنحية الناتجة من زواج الأقارب فى جنين ما محدثة به مرضاً وراثياً، وتزداد نسب حدوث الأمراض الوراثية كلما ازدادت درجة القرابة بين الزوجين، حتى تصل إلى قمتها عند الأقارب من الدرجة الأولى كالأخ والأخت والأم والأب والعمة والعم والخال والخالة، وكان لطفاً من الله أن حرم الله زواج المحارم، نظراً لأنه يمثل سداً منيعاً أمام تحسين السلالات البشرية .

أصبح بإمكاننا فى عصر الخريطة الجينية والجينوم أن نلعب فى جيناتنا، لنحصل على جينات حسب الطلب، كالحصول على جنين بمواصفات محددة، من حيث لون العينين، ولون البشرة، ودرجة نعومة الشعر وطوله ولونه، ودرجة الاستعداد الوراثى للإصابة بالأمراض... إلخ ، لكن ثمة تغيير قد يقودنا إلى منفعة الجسم البشرى من خلال استئصال جين معيب أو إدخال جين سليم، أو تثبيط جين ضار بالجسم .

لقد ساعدت معرفتنا الجينية كثيراً فى تطوير استيعابنا لمراحل التكوين الجينى، بداية من تكون أول خلية جينية ناتجة عن الإخصاب، وحتى اكتمال نمو الجنين، ومدى التعقد فى التعبير الجينى الخاص بتلك العمليات، وكيفية انتقال مراحل التكوين الجنينى من مرحلة إلى مرحلة أخرى ، كما كان فهمنا العميق لملامح الجينوم البشرى – فى الخلية الجنينية، وفى الخلية الجسمية المتخصصة – طريقاً لإجبار جينوم الخلية المتخصصة على الارتداد للحالة الجنينية، مما يجعل الخلية المتخصصة تسلك كما لو كانت خلية جنينية، وبإعادة زرع نواتها المنقولة لفراغ بويضة فى الرحم، فإنها تنمو إلى جنين كامل يمثل صورة طبق الأصل من الفرد الذى أُخذت منه الخلية، ويُعرف ذلك بالاستنساخ ، كما يمكن استنساخ الكائنات الحية المنقرضة، وكذلك استنساخ الأعضاء... وكل ذلك يتم بناءً على فهمنا لطبيعة جزئ بيولوجى موجود هو "الجين"، لكن أن نوجد الجين من العدم، فهذا هو المحال، ومن

ثَمّ فقد ساعدت المعرفة الجينية فى استيعاب معنى القدرة المطلقة لله فى عملية الخلق، واستحالة المشابهة بينه وبين غيره سبحانه.

لقد بدأت تتضح معالم زوجية دقيقة للغاية من خلال دراسة المادة الوراثية، فالكروموسوم له مكونان متزاوجان يسميان بالكروماتيدين، وتقف الكروموسومات أزواجاً فى الطور الاستوائى لانقسام الخلية ، وشريط الدنا الوراثى DNA يتكون من شريطين متزاوجين، وكذلك لكل قاعدة آزوتية به قاعدة آزوتية تتزاوج معها، ولكل جين صورتان إحداهما سائدة والأخرى متنحية.. وهو فهم جديد لزوجية تعرف بالزوجية الجزيئية .

ساعدتنا كثيراً معرفتنا الجينية فى تفسير اختلاف الألوان من أبيض لقمحى لأسود، والآيات المحتواة فى ذلك، كما يسرت لنا معرفة ودراسة الكثير عن النفس البشرية، عن ماهيتها، ومستوياتها، وعملية التخاطب النفسى، والأساس الجينى لحدوث الأمراض النفسية.. مما عد فتحاً علمياً فى علم النفس الحديث .

كذلك تمكنا – من خلال الفهم الكامل للوح الوراثى – من فهم دقائق الساعة البيولوجية للجسم البشرى، وكيفية تحكمها فى الأحداث، وتسلسل أحداث الموت البشرى، وأنواعه من الموت الخلوى، إلى الموت الجزئى ، إلى الموت الكامل، والفرق بين الموت المبرمج للخلايا، والموت اللامبرمج للخلايا ، وما زال أمام العلماء الكثير من استخدام الحصيلة المعرفية الجينية للتعرف على العديد من أسرار الجسم البشرى، وتحليل ما يتعلق بالمادة الحية من عمليات حيوية، وسلوك بيولوجى، وعلاقات متبادلة داخل النظام البيولوجى ووحداته التركيبية، والتى لم نزل نحاول التعرف على العديد من أسرارها التى تمثل ألغازاً صَعُبَ حلها فيما مضى.

نقاط لابد من استكمالها فى مشروع الجينوم البشرى :

رغم أهمية الإنجاز الذى قدّمه علماء الجينوم البشرى، سواء فى شركة "ساليراجينومكس"، أو الاتحاد العالمى لمشروع الجينوم البشرى من خرطنة "رسم خريطة كاملة" ٩٠٪ من جينات الإنسان، لكن بقيت ثغرات فى المشروع يجب تداركها خلال الفترة المقبلة ، وقد نتجت هذه الثغرات من العجلة المقترنة بالرغبة فى إصدار إعلان مشترك بين الاتحاد العالمى للجينوم

البشرى، وشركة "ساليرا جينومكس"، مما تطلب من العلماء خفض تكرارات تجارب عملية سلسلة الحروف الوراثية إلى ست مرات بدلاً من اثنتى عشرة مرة، فقد قلل ذلك مستوى الدقة المتحصل عليه من عملية الخرطنة.

من تلك الثغرات الواجب على العلماء سدها خلال المرحلة المقبلة ما يلى :

١ - تصحيح الأخطاء فى السلسلة :

لقد كانت الخطة الأساسية لمشروع الجينوم البشرى تهدف إلى تكرار عملية السلسلة اثنتى عشرة مرة ، وذلك بهدف استبعاد أية أخطاء يمكن أن تحدث فى عملية رصد وخرطنة الحروف الوراثية البشرية ، لكن مع تقدم المشروع ودخول شركة "ساليراجينومكس" كقطاع خاص فى مجال خرطنة الجينات بالتوازى مع الاتحاد العالمى لمشروع الجينوم البشرى، بدأت عمليات الخرطنة يشوبها شيء من العجلة، فطبقاً لما كتبه الكاتب العلمى تابيسا. م. بولدج المهتم بمتابعة ما يتعلق بالجينوم البشرى " أن عملية الخرطنة بدأت بمستوى دقة عالٍ ، ثم هبط المستوى نتيجة لخفض التكرارات الواجب السير عليها فى عملية السلسلة، والتى بلغت أدناها عام ١٩٩٨م ، حيث تم خفضها إلى ست مرات بدلاً من اثنتى عشرة مرة - أى بمقدار ٥٠٪ – وأدى ذلك إلى حدوث أخطاء ضئيلة فى عملية السلسلة تُعرف بـ "الأخطاء الطباعية فى عملية السلسلة"، وتحتاج هذه الأخطاء فترة زمنية لتصحيحها لا تقل عن عامين، وذلك طبقاً للتقرير الذى قام بنشره العالم "أ.د. هازلتاين" مدير برنامج علوم الجينوم البشرى والرئيس التنفيذى له فى ميريلاند.. الولايات المتحدة الأمريكية، وتعتبر تلك الثغرة من الثغرات التى تحتاج لمجهود ضخم مع رفع معدل الدقة لأعلى مستوى ممكن، حتى لا يتم الوقوع فى أخطاء تستوجب مرحلة لاحقة من التصحيح.

٢ - استكمال آلاف من الفجوات داخل التسلسل :

تشغل هذه الفجوات من الناحية الكمية ما يقرب من ١٥٪ من الجينوم البشرى، ويعتبر ذلك نسبة كبيرة للغاية، وبالدراسة اتضح أن هذه الفجوات تمثل امتدادات لتسلسلات قصيرة السلسلة "سلاسل قصيرة من الحروف الوراثية"، توجد تلك التسلسلات بتكرارات عالية تبلغ آلاف المرات، مما يوجد صعوبة كبيرة فى إيجاد الترتيب الصحيح لهذه التسلسلات.

ويرى د. فرانسيس كولينز "مدير مشروع الجينوم البشرى" أن استكمال مثل تلك التسلسلات سيستغرق وقتاً لا يقل عن عام، لكنه من الأهمية بمكان، حيث إنه باستكمال هذه الفجوات سيتم ضبط الخريطة الكاملة للجينوم البشرى.

٣ - التحديد الدقيق للجينوم البشرى المشفر لتكوين بروتينات :

ينبغى الإشارة إلى أن كل الجينات لا تشفر لتكوين بروتين، حيث إن بعض الجينات تعمل كمنشطات لجينات أخرى، وبعض الجينات لضبط التعبير الجينى والذى نقصد به : متى يحدث التشفير لتكوين البروتين ومتى يقف؟

إن التحديد الدقيق للجينوم المسئول عن تكوين البروتين، لهو البداية الأساسية والضرورية المؤهلة لانطلاق الثورة العلمية الرابعة فى البيولوجيا، بعد ثورة الجين وثورة الاستنساخ الحيوى، وثورة الجينوم البشرى، ثم الثورة الرابعة "ثورة البروتيوم البشرى"، والتى سيكون لها انعكاساتها الخطيرة على مستقبل الإنسان، بخاصة من الناحية الدوائية.

يتجه فريق علمى آخر من العلماء للتحديد الدقيق للجينات المشفرة لتكوين أنواع الرنا [RNA] ، سواء أكان الرنا المرسال messenger-RNA، أو الرنا الريبوسومى ribosomal-RNA، أو الرنا الناقل transefer-RNA.

٤ - خرطنة الجزء المستبعد من التصميم الأولى للجينوم البشرى :

عندما بدأ مشروع الجينوم البشرى عام ١٩٩٠م، تم وضع خطة العمل البحثية، والتى تحدد مناطق عملية السلسلة داخل الجينوم البشرى، والمراحل الزمنية المحددة لإنجاز ذلك.

عندما تم تحديد مناطق عملية السلسلة للجينوم البشرى، وذلك فى مرحلة التصميم الأولى للمشروع استبعدت منطقة الكروماتين غير المتجانس من عمليات السلسلة، وهى منطقة تحتوى "DNA" دنا شديد التكثف، وذلك لاعتقاد العلماء أنّ هذه المنطقة لاتحتوى على جينات.

وقد ظل هذا الاعتقاد سائداً "بعدم وجود جينات فى تلك المنطقة" حتى مارس من عام ٢٠٠٠م، حيث كانت تجرى عملية سلسلة لجينوم حشرة ذبابة الفاكهة "الدروسوفيلا"،

واكتشف العلماء أن الكروماتين غير المتجانس يحتوى على خمسين جيناً من جينوم ذبابة الفاكهة، كما أوضحت نتائج الأبحاث التى نشرتها شركة "ساليراجينومكس" التى تولت مع بعض الجامعات الأمريكية سلسلة الجينوم لحشرة ذبابة الفاكهة.

لقد أوجد ذلك شكوكاً ـ كما يرى العالم/ م ـ ج روبين من معهد هاورد هيوز الطبى ـ جامعة كاليفورنيا ـ بيركلى ـ حول إمكانية وجود جينوم داخل منطقة الكروماتين المكثف فى الجينوم البشرى، مما يستدعى النظر فى إعادة سلسلة الجينات المحتملة فى هذه المنطقة، والتى يمكن أن تصل طبقاً للدراسات العلمية والإحصائية إلى ما يقرب من ٧٪ من جينوم الإنسان.. أى ما يزيد على عدة آلاف من الجينات، وهو أمر لا يمكن إهماله، إذ من الممكن أن تكون هذه الجينات مسئولة عن التشفير لعمليات حيوية مهمة داخل الجسم البشري، ومن ثَمّ تم وضع خطة بدأت منذ ٢٠٠١ لسلسلة جينوم هذه المنطقة، حيث يقول د. كريج فينتر.. مدير شركة "ساليرا جينومكس" التى تولى اهتماماً كبيراً بسلسلة جينوم هذه المنطقة : "إن معرفتنا بجينوم تلك المنطقة ربما يجيب على العديد من الأسئلة المهمة، والتى تمثل إجاباتها حلقات مفقودة داخل الجينوم البشرى".

أخلاقيات الجينوم البشرى :

ليس معنى أن العلماء استطاعوا أن ينتهوا من خرطنة جينات الإنسان، أن هذه الجينات أصبح التصرف فيها حسب الطلب، أو طبقاً لما نريد، بغض النظر عما إذا كان ما نريده إيجابياً أو سلبياً.

لقد نادت شركات التأمين فى الدول المتقدمة بضرورة أن يقدم كل شخص راغب فى التأمين على نفسه بطاقة التعارف لطاقمه الوراثى، والتى تثبت مدى استعداده المستقبلى للإصابة بالأمراض أم لا، وفى إطار ذلك تبحث الشركة قبول أو رفض التأمين على هذا الشخص ، ولخطورة الموضوع أصدر الرئيس الأمريكى قراراً يمنع أصحاب العمل من فصل أى من العمال أو الموظفين للشك فى أنهم يرثون بعض المورثات الجينية المرضية، وهذا شيء خاطئ، لأنه يمثل تدخلاً فيما لانملك ، فكل طاقمنا الوراثى من جينات أو بروتينات... إلخ هو هبة من الله سبحانه وتعالى، ينبغى على الإنسان أن يشكره عليها، لا أن يجحد بنعمته، ويعبد غيره، ويصر على أن يلعب عشوائياً فى جيناته.

ويسعى فريق داخل الكونجرس الأمريكى لتكوين جبهة مواجهة، لمناقشة الانعكاسات الخطيرة لمشروع الجينوم، واستصدار قوانين تحرم أى استخدام سلبى لنتائج مشروع الجينوم البشرى، كما يؤكد الدكتور "لام. فانون" نائب رئيس شركة علوم الجينوم البشرى "Human Genomes Sciences" "بأنه على العلماء البحث فيما يقلل معاناة الإنسان، لا ما يزيد هذه المعاناة، وذلك تمهيداً لتقبل الناس للفكر الجينى الجديد، لأن شريحة كبيرة من الناس غير متقبلة لأى تدخلات صغيرة أو كبيرة داخل الجينوم الخاص بها، مما قد يصيب المشروع بالفشل تسويقياً، وهذا ليس فى صالح المشروع فى الفترة المقبلة".

إن معرفتنا بكيفية حدوث الاختلال الجينى المسبب للأمراض سواء ما كان وراثياً أم غير وراثى، ومعرفة الجينات المرضية، ليس معناه إطلاق العنان لاستخدام تلك الجينات بطريقة عشوائية، واللعب فى تلك الجينات، أو تصميم برامج محددة لإحداث تدمير بيولوجى للأطقم الوراثية لمجتمع بشرى ما، فيما يعرف بالكائنات الحية المحورة وراثياً لاستخدامها كممرضات شديدة الفتك بالنظام البيولوجى، وتُعرف تلك البرامج بشكل عام "بحرب الجينات".

وكان نتيجة ذلك اصطدام المؤسسات العلمية العاملة فى مجال الجينوم، بمؤسسات أخلاقية ضخمة، ولها أنصارها، ولها منهجها العلمى الذى يعتمد على فلسفة أساسها : "ما هو فى صالح البشر يجب تشجيعه، وما هو ضد صالح البشر يجب منعه" ، وتطبق هذه الفلسفة على أى ثورة علمية، وذلك بهدف تهذيب هذه الثورة والتقليل بقدر الإمكان من السلبيات الناتجة عن التطبيقات غير الحسنة لها ، ونتيجة منطقية لذلك بدأت ملامح علم جديد تظهر يسمى بـ "Genethics" والذى يبحث فى تقسيم قواعد واضحة لأخلاقيات العمل فى مجال الهندسة الوراثية وأبحاث الجينات ، هذا بشكل عام ، ولكن بشكل خاص بدأت قواعد علم جديدة لأخلاقيات الجينوم البشرى، والمعروفة بـ "Genomithics" والذى أصبح له باحثوه ودراساته ، تدعم تلك الدراسات والأبحاث التى تذكر حول أخلاقيات العمل داخل معامل الجينوم البشرى، مؤسسات ضخمة التمويل، ومن أهم تلك المؤسسات "مؤسسة كنيدى للأخلاق" حيث نادت مؤسسة كنيدى للأخلاق بضرورة وضع ميثاق يحدد

الحدود المسموح للعلماء التحرك خلالها، حتى لا تؤدى الحرية غير المقننة لأبحاث الجينوم إلى كارثة يصعب تلافى آثارها.

وأصدرت مؤسسة "مجلس المجتمع والعلم" الإنجليزية كتاباً اعتبرته ميثاقاً، واعتبر هذا الميثاق عشرة بنود هى:

١ – تحديد الهدف من خرطنة جينوم الكائنات الحية.

٢ – وضع قانون يوضح متى يكون اللعب فى الجينوم البشرى جريمة يعاقب عليها القانون الدولى.

٣ – اعتبار الباحث الذى يجرى تجارب تضر بالبشرية – دون الأخذ فى الاعتبار المردود الإنسانى لتجاربه – مجرم حرب ينبغى محاكمته أمام محكمة مجرمى الحرب، وتشدد العقوبة عليه.

٤ – ضرورة إجراء تفتيش دورى على معامل الجينوم والهندسة الوراثية من جهة ذات مسئولية دولية ، وتتبع الأمم المتحدة .

٥ – عدم التجريب على الإنسان إلا فى حالة تحقق نسبة نجاح على الحيوانات القريبة منه فى جهازها الوراثى تبلغ ٩٠٪ على الأقل، وذلك بالنسبة لتكنولوجيا الجينات على وجه العموم.

٦ – ضرورة توفير معامل أمان حيوى مرتفع للإنسان من استخدام تلك التقنيات.

٧ – تشجيع الدراسات والبحوث التى تبحث فى أخلاقيات الجينوم والهندسة الوراثية وعلاقة ذلك بالمجتمع.

٨ – ألا تمس تقنيات الجينوم والهندسة الوراثية رواسخ العقائد الدينية السماوية، وإلاً يتم إيقافها فوراً.

٩ – الحذر من وقوع تقنيات الهندسة الوراثية فى أيدى جماعات إرهابية توظفها لتدمير البشرية.

١٠ – تجريم الاختبار العشوائى لمجرد المعرفة، لأن ذلك قد يؤدى لكارثة.

إنَّ إنتاج أجنة حسب الطلب بمواصفات تشتمل على لون معين ، طول معين ، لون الشعر، لون العين ، ... إلخ ..أو خلط جينات أكثر من كائن حى للحصول على كائن حى جديد لا هو بالإنسان ، ولا هو بالقرد لكنه خليط منهما . وكان رأى الإسلام فى ذلك واضحاً ، حيث أصدرت رابطة العالم الإسلامى فتواها الصادرة فى شهر أغسطس ٢٠٠٠ والتى تنص على : "إن استخدام الجينوم البشرى لعلاج الأمراض ، والحفاظ على صحة وحياة الإنسان لاشىء فيه ، ومثاب فاعله فى الدنيا والآخرة ، أما العبث بالجينات البشرية والخلط واللعب فيها دون هدف يحقق الصالح العام للبشرية حرام ... حرام وآثم من يفعله" .

وتتفق تلك الفتوى مع ما أصدره الأزهر الشريف من فتوى عقب الإعلان عن الانتهاء من الخريطة الجينية ومشروع الجينوم البشرى والتى تنص على :

"نظرا لأن الإسلام يشجع كل ما يحقق سعادة الإنسان وخيره ، فإنه لا ضير من الاستفادة من نتائج أبحاث الجينوم البشرى ، بما يخفض من معدل انتشار الأمراض ويحافظ على صحة الإنسان ، مع التشديد فى تحريم ما هو دون ذلك من لعب بالجينات لإثبات القدرات العلمية دون هدف آخر" .

وقدأعلنت هيئة كبار العلماء بالمملكة العربية السعودية فتواها الصادرة فى نهاية شهر أغسطس٢٠٠١ ، والتى تنص على جواز التدخل فى الجينات البشرية لعلاج الأمراض أو ما يشبه ذلك ويقاس عليه ، وتحريم العبث بالجينات البشرية عشوائياً أو ما يقاس عليه .

الاستثمار فى مجال الجينوم :

لقد نشأت فى الولايات المتحدة الأمريكية عشرات الشركات التى تستثمر أموالها فى تكنولوجيا الهندسة الوراثية ، وذلك تحقيقاً للأهداف التالية :

١ – استخدام الجينات كمعالجات للأمراض.

٢ – استخدام الجينات فى التشخيص الوراثى.

٣ – إنتاج الأدوية المهندسة وراثياً.

٤ – إنتاج الأعضاء البشرية المحورة وراثياً لزيادة كفاءتها.

٥ – تحوير الأجنة لكى تكون فى المستقبل مقاومة للإصابة بالأمراض.

٦ – استخدام الجينات للتعرف على المجرمين فى الطب الشرعى.

٧ – إنتاج الدم المهندس وراثياً.

٨ – استخدام الجينات لتأخير الشيخوخة.

٩ – استخدام الجينات لإجبار الخلايا العصبية على أن تجدد نفسها.

١٠ – إنتاج الأجنة حسب الطلب (والتى تشتمل على مواصفات الطول، لون البشرة، لون العينين... إلخ) .

من هذه الشركات التى تستثمر أموالها فى مجال تقنيات الهندسة الوراثية : شركة "فايزر" للأدوية بنيويورك، وشركة "سميث كلاين بيتشام" بفيلادلفيا، وشركة "هيومان جينوم ساينس" بروكفيل، وشركة "ميرياد جينتكس" بسولت ليك سيتى، وشركة "إنسايت"، وشركة "شرنك" ، وقبل ذلك كله الشركة العملاقة "ساليرا جينومكس" ، وتعقد هذه الشركات آمالاً كبيرة فى تحقيق أرباح خيالية من دخولها فى هذا النوع الاستثمارى الجديد ، ومن هذه الشركات : شركة "لايون بيوساينس" بألمانيا، وشركة "دبل تويست" فى كاليفورنيا، وشركة "بيو إنفورماتيكس" بكاليفورنيا، وشركة "انفورماكس" فى روكفيل، وشركة "اكسفورد موليكيولار جروب" فى انجلترا، وشركة "جلاكسو ولكم" نورث كارولينا.

كما نشأت شركة عملاقة مقرها كاليفورنيا تسمى بشركة "بوبيلارجنتكس" ، وتسعى إلى تبسيط كل ما يتعلق بـ:

* تقنيات الجينات والجينوم .

* التاريخ العلمى لتطور التقنيات الجينية .

* تاريخ العلماء العلمى الذين أسهموا فى رحلة الهندسة الوراثية.

* تطبيقات الهندسة الوراثية فى مختلف المجالات الحيوية.

* أخلاقيات الجينوم والهندسة الوراثية.

* علاقة الجينات والجينوم بالمجتمع.

* علاقة الجينات والجينوم بالأديان السماوية.

وتعتمد هذه الشركة على محورين مهمين توجه لهما برامجها .

أ – الجمهور العام .

ب – الأطفال والناشئة .

ولكل منهما أسلوب العرض المناسب والذى يكفل وصول المعلومة إلى الجمهور، وتعتمد هذه الشركة على وسائل محددة للوصول إلى كل فئات الجمهور منها :

أ – الكتاب المبسط المقروء .

ب – المجالات العلمية المبسطة .

ج – برامج التلفاز "التليفزيون" التى تبسط تلك التقنيات.

د – إنشاء قناة فضائية لتبسيط مثل هذه التقنيات مع غيرها من التقنيات العلمية الأخرى.

هـ – إنشاء موقع على الإنترنت لتبسيط هذه التقنية.

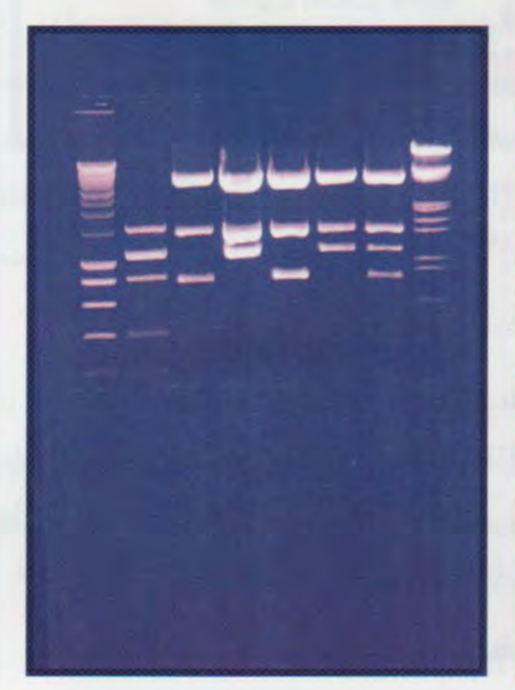
و – الاستعانة بـ CD والوسائط المتعددة فى تبسيط ما يتعلق بالجينات والجينوم .

وكذلك تبسيط مثل هذه التقنيات وعلاقتها بالمجتمع للصم والبكم حتى لا يكونون منعزلين عن التقدم العلمى العالمى .


الفصل الثالث
مفهوم
وتكنيكات
بصمة الحامض
النووى

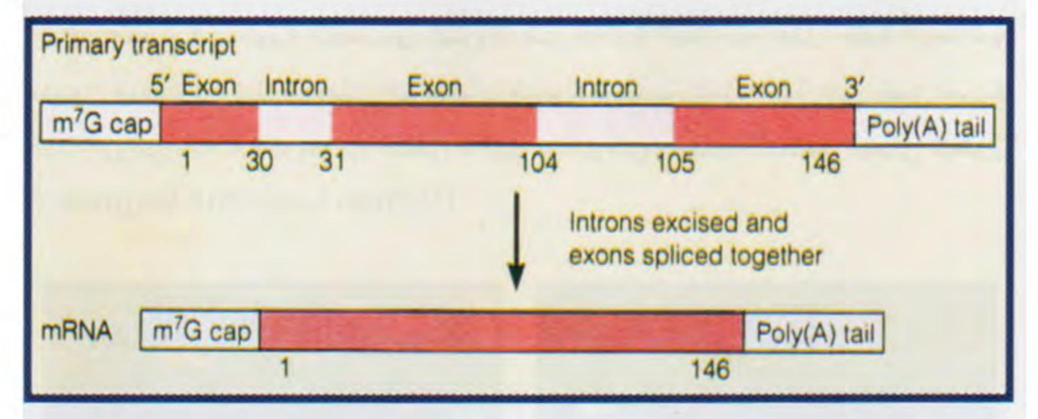
إن عدد ما يحتويه الحامض النووى فى الخلية البشرية يمثل ملياراً ومائتى مليون قاعدة آزوتية ، وتمثل التتابعات النيوكليوتيدية المتسلسلة على طول شريط الدنا الوراثى DNA الوحدات المتكررة التى تشكل فى مجملها التسلسل الجينى البشرى Human Genome Sequence.





(شكل ٦) يحتوى الحامض النووى على مليارات التتابعات من القواعد الآزوتية
وتمثل تتابعات الدنا تكرارا للحروف الوراثية الأربعة

تمثل هذه التتابعات من الناحية الشفرية خليطًا من التتابعات المشفرة (Exons) ، التى تؤدى إلى تخليق أحماض أمينية فى أهم عملية بيولوجية تتم داخل الخلية الحية والمعروفة بتخليق البروتين ، أما التتابعات الأخرى فهى تتابعات غير مشفرة (Entron) وهى ذات دور تنظيمى للتتابعات المشفرة.



(شكل ٧) شكل توضيحى يبين التتابعات المشفرة (Exons) والتتابعات غير المشفرة (Entrons)، حيث تشفر التتابعات المشفرة لتكوين الأحماض الأمينية ، أما التتابعات غير المشفرة فلها دور تنظيمى .

تمثل التسلسلات السابقة الموجودة على طول شريط الحامض النووى المجمع الجينى للكائن الحى، وهو ما يعرف بالجينوم " Genome " ، وتجدر الإشارة إلى أن المورثات (الجينات) تتوزع على الكروموسومات والتى يميز عددها النوع من الكائنات الحية ، وهى فى الإنسان– على سبيل المثال – ثلاثة وعشرون زوجاً من الكروموسومات .

عندما تقابل الحقيقة من يكشف عنها :

فى بداية الثمانينيات اتجه العلماء إلى دراسة تتابعات من القواعد الآزوتية تجاور بعض الجينات، وهى تتابعات متكررة ولكن أعداد تكراريتها هى التى تختلف من شخص لآخر، ولذلك سميت بالتتابعات المتكررة المختلفة العدد واللصيقة ببعض تسلسلات المورثات، كالتتابعات اللصيقة بجين ألفا جلوبين الذى يشفر لتكوين بروتين ألفا جلوبين، وكان هذا يمثل بداية التفكير بشكل عميق فى هذه التتابعات .

وفى عام ١٩٨٤م كان العالم البريطانى أليك جيفرى يقوم بدراسة بروتين الميوجلوبين، وكان يستدل على وجود جين الميوجلوبين بالكشف عن تتابعات لصيقة ومتكررة، وهذا جعله يتجه إلى عمل دراسة مقارنة للتتابعات اللصيقة المتكررة بالقرب من تسلسلات جين

الميوجلوبين لأكثر من شخص، ومن ثَمّ تحولت بؤرة اهتمامه من دراسة تسلسلات جين الميوجلوبين إلى دراسة التسلسلات اللصيقة المتكررة والمجاورة لجين الميوجلوبين، وقد خلص العالم جيفرى من هذه الدراسة إلى أن هذه التتابعات اللصيقة المتكررة يمكن أن تميز شخصًا عن آخر، حيث يكون لكل شخص تتابعات بتكرارات مختلفة من هذه التسلسلات اللصيقة تختلف عن تكرارات شخص آخر، وهذه الاختلافات تشمل جميع البشر، بما فى ذلك أفراد الأسرة الواحدة، وقد أطلق على تلك التتابعات "Sequences" المميزة للشخص اسم البصمة الوراثية Genetic Fingerprint، وبما أن هذه التتابعات تقع على الحامض النووى DNA، فقد سميت بـ DNA– Fingerprint، وقد تتابعت الدراسات لاكتشاف المزيد من التتابعات اللصيقة المميزة منذ ١٩٨٤م ، وحتى ١٩٩٩م، حيث أثبتت البصمة الوراثية فاعلية كبيرة فى المجال التطبيقى عند استخدامها فى كثير من المجالات.

وقد سميت هذه التتابعات اللصيقة بالبصمة الوراثية لأنها تحدد هوية الإنسان من بين كل البشر فيما عدا التوائم المتماثلة، وهو ما يتفق مع تعريف البصمة الوراثية من كونها التتابعات الجينية الدالة على هوية كل فرد بعينه، ودلالتها على الهوية تمنحها مصطلح بصمة، والتصاقها بجوار مورثات بعينها وتوارثها يمنحها مصطلح وراثية.

مراحل تقنيات البصمة الوراثية :

مرت تقنيات البصمة الوراثية بالعديد من المراحل ، وكانت كل مرحلة تمثل إنجازاً فى المراحل التطورية لهذه التقنيات.

أولا : تقنية الحزم الوراثية : Restriction Fragments Length Polymorphism

تسمى هذه التقنية بتقنية (RFLP)، وأول من استخدم هذه الطريقة هو العالم البريطانى "أليك جيفرى" ، وتعتمد هذه الطريقة على عزل واستخلاص الحامض النووى من الخلية وتنقيته ثم معاملته بخليط من إنزيمات القطع البكتيرية ، حيث يؤدى ذلك إلى تقطيعه إلى حزم دناوية DNA Bands ، ثم يتم التفريد الكهربى للحزم الدناوية DNA

Electrophoresis ، ثم بعد ذلك تنقل باندات الدنا على غشاء من النيتروسليلوز فى عملية تسمى بـ DNA Blotting ، ثم يضاف منقب عبارة عن تتابع من النيوكليوتيدات محددة فى شكل سلسلة مفردة يمكنها أن ترتبط بالتتابع المكمل لها على الغشاء، ويظهر التكامل بالتصوير بواسطة الأشعة السينية (X– Ray) فى شكل بقع سوداء، حيث يتم بعد ذلك تحليل النتائج بواسطة قاعدة بيانات حاسوبية.

تعتمد هجرة الحزم الدناوية على الجل فى التفريد الكهربى على الوزن الجزيئى لهذه الحزم ، فالحزم كبيرة الوزن الجزيئى تظهر فى التفريد الكهربى فى المستوى الأعلى من الجل ، أما الحزم متوسطة الوزن الجزيئى فتظهر فى المستوى المتوسط من الجل ، أما الحزم الصغيرة الوزن الجزيئى فتظهر فى المستوى الأسفل من الجل.

(Alvarez , M. *et* al .,2004)

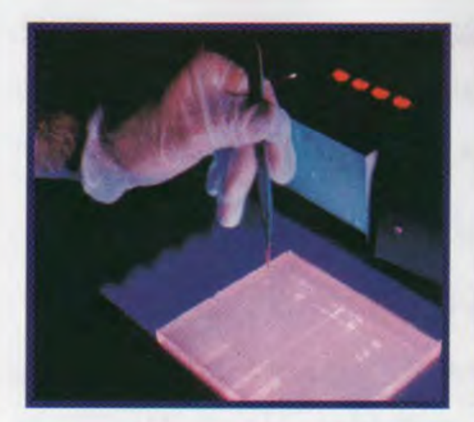
فى تقنية نقل الحزم على غشاء من النيتروسليلوز ، فإن المنقب Probe المضاف إلى الحزم بعد نقل الحزم إلى الغشاء من النوع المرقم إشعاعياً ويسمى "Labeled Probe" ، ويتم الكشف عنه بواسطة تعريض الفيلم للأشعة السينية ، يحتاج ذلك إلى مراعاة احتياطات الأمان ، حيث يكون للتعامل مع الجزيئات البيولوجية المرقمة احتياطات أمان ، ويكون للتعامل مع الجزيئات البيولوجية المرقمة إشعاعيا خطورة على النظام البيولوجى .

إن عملية التعارف وتحديد الجانى فى تقنيات الـ (RFLP) تعتمد على محورين مهمين:

الأول : حدوث تزاوج أو تكامل بين حزم الدنا من العينة البيولوجية (المأخوذة من مسرح الجريمة) وحزم المنقب المضاف .

الثانى : مكان حدوث التزاوج على الجل .





(شكل ٨) يحدث تزاوج بين القواعد الآزوتية المكملة لبعضها البعض على الجل فى عملية التهجين الدناوى يمكن ملاحظته من خلال التعليم الإشعاعى أو الفلورة .

إن حدوث التزاوج يؤكد تكامل التسلسلات الدناوية DNA sequences بين عينتى الحامض النووي، أما ظهور الحزم المتكاملة لكل من:

أ – حزمة الدنا DNA من خلايا العينة المنقولة من مسرح الجريمة مع حزمة الدنا من المنقب .

ب – حزمة الدنا من خلايا المتهم مع حزمة الدنا من المنقب .

فى موضعين متساويين فى الوزن الجزيئى فى المستوى الأفقى ، فهذا يؤكد حجية أن العينة البيولوجية الموجودة فى مسرح الجريمة والتى عزل منها الحامض النووى DNA هى من المتهم .

قد تكون العينة البيولوجية خلايا دم، أو خلايا شعر ، أو خلايا من أنسجة مكشوطة ، أو خلايا عالقة فى إفرازات ما أو ملتصقة على بقايا السجائر الملقاة فى مسرح الجريمة، لذا يتم فى هذه الحالة عزل الحامض النووى من جميع العينات البيولوجية التى عثر عليها فى مسرح الجريمة، وكذلك عزل الحامض النووى من عينات دم من المتهمين، ثم المعاملة بإنزيمات القطع، والنقل على غشاء نيتروسليلوز أو غشاء نايلون ، وعمل تهجين بين حزم

الدنا من عينات مسرح الجريمة وعينات المتهمين وعينة الضحية، ثم يتم التفريد الكهربى والتصوير بالأشعة السينية، وملاحظة حدوث التزاوج (Matching) بين حزم الدنا من المصادر السابقة، ونوضح ذلك فى الشكل التالى .

مميزات وسلبيات تقنية الـ (RFLP) :

تتميز تقنية الحزم الوراثية بأن لها قوة تمييز عالية بين الأشخاص، فجميع البشر يختلفون فى عدد وتكرارية وموقع التتابعات المميزة ماعدا التوائم المتماثلة، وهذا جعل هذه التقنية أكثر شيوعًا فى معامل البحوث الجنائية، ولكن من السلبيات الملاحظة فى مثل هذا النوع من التحاليل أن استخدام هذه التقنية يحتاج لوقت طويل قد يصل إلى أسبوعين، وهذا يمكن أن يزيد من فرصة الخطأ رغم ضآلتها، كما أن عنصر الوقت يكون فى بعض الأحيان مهماً جدًا.

من السلبيات الأخرى فى تقنية الـ (RFLP) احتياجها لكمية كبيرة من الـ DNA ، ويكون الـ DNA المعزول لم يتعرض لأى نوع من التكسير، وإن كانت احتمالية التكسير تزيد فرصتها فقط فى حالة استخدام البصمة الوراثية لتحديد هوية إنسان ميت منذ عشرات السنين، ويراد تحديد هويته حينئذ ، كما أن نسخ الـ DNA المعزول لا يتم إكثارها فى هذه التقنية .

ثانيا- تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل PCR :

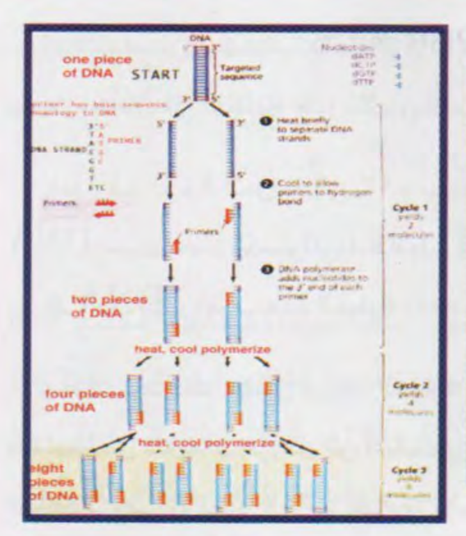
المقصود بالـ PCR كجهاز ماكينة لها القدرة على تغيير درجة الحرارة رفعًا وخفضًا بما يلائم الهدف من ذلك، وعلى سبيل المثال فهى ترفع درجة الحرارة من ٩٤م ثم تخفضها إلى ٥٠م ثم ترفعها إلى ٧٢م، وكل ذلك يمثل دورة زمنية قد يكون زمنها الكلى دقيقتين، وتتكرر هذه الدورة حسب الطلب، وقد تصل درجة التكرار إلى حوالى ٣٥ مرة ، أما الـ PCR كتفاعل فهو تفاعل بلمرة متسلسل Polymerase Chain Reaction، ويعنى ذلك أن السلسلة المتضاعفة من الحامض النووى فى نهاية الدورة الأولى تدخل فى الدورة الثانية، ولذا فهو يأخذ الشكل السلسلى فى التفاعل.

إن الهدف من استخدام تفاعل الـ PCR هو الإكثار العددى لقطعة من قطع الـ DNA، بحيث نحصل فى النهاية على ملايين النسخ من التتابع المطلوب .

عند رفع درجة الحرارة إلى ٩٤م يحدث فك للسلسلة المزدوجة من الحامض النووى DNA، حيث يحدث تكسير للروابط الهيدروجينية، وتنتج من هذه الخطوة سلسلتان مفردتان من الـ DNA، وتعرف هذه الخطوة باسم فك الازدواج أو الـ Denaturation.

يحدث بعد ذلك خفض درجة الحرارة إلى ٥٠م، وهذا يتيح للبادئين الارتباط مع ما يكملهما من تتابعات فى كلٍ من السلسلتين المفردتين، حيث يرتبط أحد البادئين مع إحدى السلسلتين فى الاتجاه ٣َ ، أما البادئ الآخر فيرتبط مع السلسلة الأخرى فى الاتجاه ٥َ ، وتعرف هذه الخطوة باسم خطوة الالتحام أو الـ Annealing.

يتم بعد ذلك رفع درجة الحرارة إلى ٧٢م ، حيث يحدث البناء للسلاسل بواسطة إنزيم بوليميريز يتحمل درجات الحرارة العالية ويسمى بالـ (Taq) ، وهو مستخلص من بكتيريا محبة للحرارة تعرف بـ *Thermophilus aquaticus* ، ومادة البناء فى هذه الحالة تتمثل فى مخلوط القواعد النيتروجينية الممثل فى A,T,G,C الموجود فى مخلوط التفاعل، وتمثل عملية البناء فى هذه الحالة تمديداً بنائياً على قالب من البادئ المرتبط ارتباطاً تكاملياً مع الـ DNA، ويسمى ذلك بـ Extension وتوجد أجيال مختلفة من أجهزة الـPCR، ومن أحدث تلك الأجهزة الجيل المزود فى دورته الحرارية بدرجة نهائية تمثل درجة حفظ المخلوط المضاعف من الحامض النووي، وتكون على ٤م ، كما أن هذا النوع من الأجهزة يواصل عملية المضاعفة على ما تم من قبل من دورات "Cycles" عند انقطاع التيار الكهربي ، ثم تشغيله ، ومن ثمً لايحدث تأثير فى العينات، أما الأجيال الأقدم إذا انقطع التيار الكهربى ثم أعيد تشغيله لا يعمل إلا إذا أعيد تشغيله طبقًا ووفق البرنامج مرة أخرى، وهذا يؤثر على عملية المضاعفة، كما أنه لايتحول لثلاجة، وهذا يعرّض الحامض النووى مع طول الفترة الزمنية لاحتمالية التكسير الجزئى. Gupta, S.K. *et al*.,2005 .





(شكل ٩) جهاز الـ PCR الذى يحدث داخله تفاعل الـ PCR
(تفاعل البلمرة المتسلسل) ، حيث يتم صناعة بلايين
النسخ من نسخة واحدة من الدنا .

Preheating	94°C / 3 min	مرة واحدة
Denaturation	94°C / 30 sec	يكرروا خمس وثلاثون مرة
Annealing	45°C / 3 min	
Extention	72°C / 1 min	
Final Extention	94°C / 3 min	مرة واحدة

الإجمالى ٧٢ق

بحساب هذه الفترة الزمنية سنجدها 81 ق أى ساعة واثنتان وعشرون دقيقة .

ولكن فى برنامج آخر كالبرنامج التالى :

Preheating	94°C / 3 min	مرة واحدة

Denaturation	94°C / 30 sec	٣٥ دورة
Annealing	45°C / 3 min	
Extention	72°C / 1 min	
Final Extention	72°C / 7 min	مرة واحدة

الإجمالى ١٠٥ق

إجمالى الفترة الزمنية اللازمة لعملية المضاعفة حينئذ تكون مائة وخمس عشرة دقيقة أى ما يقرب من ساعتين .

تتم بعد ذلك عملية تجربة القطع الدناوية المكثرة بواسطة جهاز الـ PCR على الجل من خلال الإلكتروفوريسيز، حيث يتم تحضير جل من خلال إذابة مادة الآجاروز فى محلول منظم يسمى تريس بورات إدتا Tris Borate EDTA أو تريس أسيتات إدتا Tris Acetate EDTA ، ثم يحدث لهذا المخلوط عملية طبخ Cooking بواسطة الميكروويف، ثم يترك ليبرد ويضاف بعد ذلك ٢ ميكروليتر من مادة الاثيديوم بروميد، ثم يصب فى صندوق الصب Tray، مع وضع المشط المسنن، ثم يترك ليجمد.

بعد أن يجمد الجل يتم إزالة المشط منه، حيث تتكون مكان سحب المشط من الجل آبار تعرف بالـ (Wells) ، ويختلف حجم العينة حسب حجم سن المشط الذى يدخل فى الجل، حيث يتم حقنه بكمية من الحامض النووى DNA فى هذه العيون باستخدام محقن دقيق يعرف بـ Micropipete، ويتم الحقن إما داخل المحلول المنظم الموجود داخل وحدة جهاز الإلكتروفوريسيز أو خارجها ، مع مراعاة أن المحلول نفسه المستخدم فى صندوق "Tank" فى جهاز الإلكتروفوريسيز يكون هو نفسه المستخدم فى تجهيز الجل إما (TBE) أو (TAE) ، بعد تشغيل التيار الكهربى يكون القطب السالب ناحية آبار الحقن للدنا DNA، يحدث هجرة للـ DNA المحقون عبر الجل، وهذا يؤدى إلى تفريد الحامض النووى فى شكل قطع صغيرة تعرف بالباندات ، والتى تظهر بالشكل المفلور عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية.

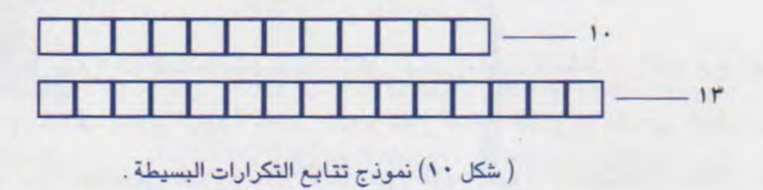
يمكن نقل الباندات على غشاء من النيتروسليلوز أو النايلون، ثم إضافة المنقبات المشععة، والكشف عنها باستخدام الأشعة السينية [1].

ثالثا: تقنية تتابعات المقاطع الصغيرة:

المقصود بالمقاطع الصغيرة تتابعات من النيوكليوتيدات يتراوح طولها من ٢-٤ أزواج من القواعد، حيث تتكرر هذه التتابعات من ٨- ١٤ مرة ، ومثال ذلك التتابع (ATTD) الذى يتكرر فى بعض الأشخاص تسع مرات ، أو عشر أو أربع عشرة مرة ، واختلاف التكرار يجعل الحامض النووى للفرد يحتوى على عدد مختلف من نسخ الـ Short Tandem repeat أو الـ STR ، وتُوجد أنماط مختلفة من المقاطع الصغيرة، ومنها ما يلى :

أ- التكرارات البسيطة Simple Repeats:

فى هذا النوع من النمط التكراري، يتكرر تتابع رباعى من القواعد الآزوتية عددًا مميزًا للفرد على طول الحامض النووى DNA كما يتضح فى هذا الشكل :



(شكل ١٠) نموذج تتابع التكرارات البسيطة .

يوضح الشكل تكرار التتابع القصير (ATTT) فى أحد الأليلات اثنتى عشرة مرة ، وفى الأليل الآخر ست عشرة مرة ، ولذلك يعبر عن الطرز الجينى لهذا بـ ١٢، ١٦ Repeats ويعنى ذلك أن التتابع ATTT يتكرر على الأليل الأول اثنتى عشرة مرة وعلى الأليل الثانى ست عشرة مرة . Tack L.C *et al* ; 1992 Gilyenstan. V.B. *et al* ; 2005.

ب- التكرارات البسيطة المقطوعة بتتابع غير متكرر:

Simple with Nonconsensual Repeats

فى هذا النوع من التكرارات يتم قطع التكرار البسيط بتتابع، ثم يتم استئناف التكرار مرة أخرى، ويعبر عن ذلك الطرز الجينى كما يلي، بحيث تكتب أولاً العدد الكامل للتتابع، ثم توضع نقطة، ويوضع بعد ذلك نقطة يليها عدد نيوكليوتيدات التتابع غير المتكرر، فمثلاً ٩:٣ يعنى أن العدد الكامل للتكرارات يبلغ تسعة، وعدد النيوكليوتيدات للتتابع غير المتكرر يبلغ ثلاثة، أما بالنسبة للتسعة فتكرارها ينقسم لمرحلتين فقد تكون (٥,٤) أو (٦,٣) ... إلخ ، فإذا ما كانت (٥:٤) يكتب الطرز الجينى هكذا 4(ATTT) ATTT 5(ATTT) ، أما إذا كان الطرز الجينى (٦:٣) فإنه يكتب هكذا : 3(ATTT) ATTT 5(ATTT)

ج- التتابعات المتكررة المركبة :

Compound Repeat Sequences Nonconsensual Repeats

لاحظ العلماء فى مثل هذا النوع من النمط من المقاس الصغير أن التكرار يتكون من نوعين أو ثلاثة وكل منها يتكرر عددًا من المرات، وقد يفصل بين كل نوع من المقاطع المتكررة فى هذه الحالة تتابع غير متكرر.

ومثالاً لذلك التتابع التالى :

(TCTA (TCTG)4 (TCTA)3 (TCCACTCAT)4 (TCTA)5

وبملاحظة الطرز الجينى لهذا التتابع السابق يلاحظ ما يلى :

إن العدد الكامل للتكرار يساوى سبعة عشر تكرارًا تشتمل على أربعة تكرارات للتتابع (TCTG) ، وتسعة تكرارات للتتابع (TCTA) ، وأربعة تكرارات للتتابع (TCAT) ، لكن التتابع (TCCA) لا يمثل تكراراً وإنما يمثل تتابعاً قاطعاً للتتابعات المتكررة لذا يكتب الطرز الجينى لهذا كما يلي: 1. (4,9,4) ,18

ويعنى ذلك أن العدد الكلى للتتابعات الواردة فى المقطع يساوى ثمانية عشر، وهى

موزعة : أربعة تكرارات، تسعة تكرارات، أربعة تكرارات ، ويوجد تتابع غير متكرر ، تتابع قاطع ، أو فاصل بين التتابعات المتكررة.

د- المقاطع المتكررة المعقدة : Complex Repeats Sequences

توجد داخل هذا النمط من المقاطع الصغيرة المتكررة العديد من أنواع التكرارات المختلفة فى القواعد الآزوتية، كما توجد تتابعات فاصلة تختلف فى نوع القواعد الآزوتية وعددها، ومن ثمَّ فهذا النمط معقد فى تكوينه،ومثالاً لذلك هذا التكرار :

(TCTA)6 TGAT (TCTG)3 TCA (TCTA)4 TG (TGAC)8 GT (GTTA)1

وبتحليل هذا المقطع نلاحظ ما يلى :

- يتكون هذا المقطع من عدد كلى للتكرارات يبلغ ثمانية وثلاثين تتابعًا .
- تمثل التتابعات المتكررة أربعة وثلاثين تكرارًا موزعة على أربعة تتابعات ، بواقع ثلاثة عشر تكرارًا للتتابع (TCTA) ، وثلاثة تكرارات للتتابع (TCTG) ، وثمانية تكرارات للتتابع (TGAC) ، وعشرة تكرارات للتتابع (GTTA).
- تمثل التتابعات غير المتكررة القاطعة أربعة تتابعات تختلف فى أعداد القواعد الآزوتية المكونة لكل منها، ويتراوح العدد فى كل حالة من (٢- ٤) أزواج من القواعد الآزوتية .

هـ- المقاطع المتكررة فائقة التعقيد Complex hypervariable repeats:

تبلغ درجة التعقيد فى هذا النمط من المقاطع المتكررة درجة عالية جدًا، حيث تكون التتابعات المتكررة، وكذلك التتابعات الفاصلة مزيجًا من قواعد آزوتية ثنائية Dimeric، أو ثلاثية Trimeric ، أو رباعية Tetrameric ، وذلك مصحوب باختلاف ترتيب القواعد المكونة لكل تتابع داخل النمط، ومثالاً لذلك النمط ما يلي:

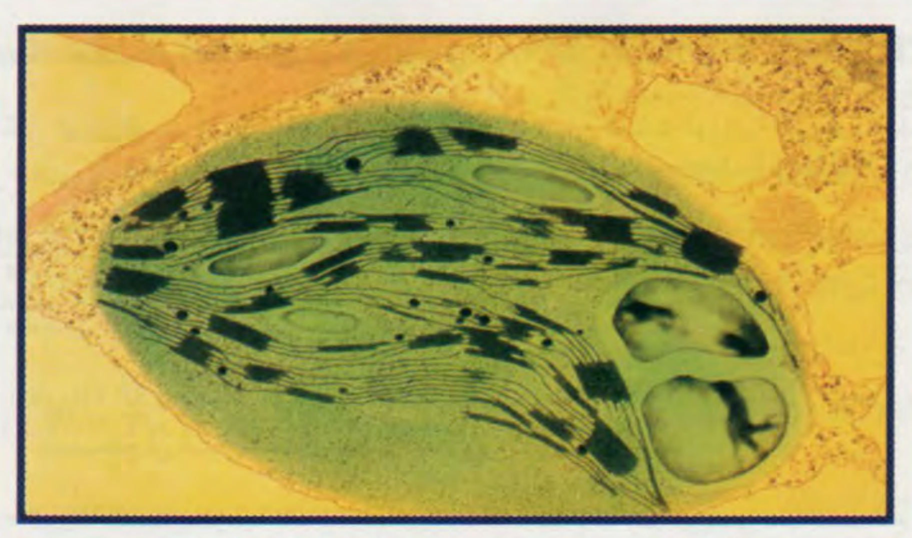
(CATA)4 GTGA (ATCC)5 ACT (ATT)12 TA (CCCG)8 GTG (ATTA)5 (CT)4 TC (GGGT)6 GGG (CCTA)10 CCT (TATA)4 (ATA)12 TA (GCGC)5 (CC)10

رابعا: استخدام الدنا الميتوكونديرى MITOCHONDRIAL DNA

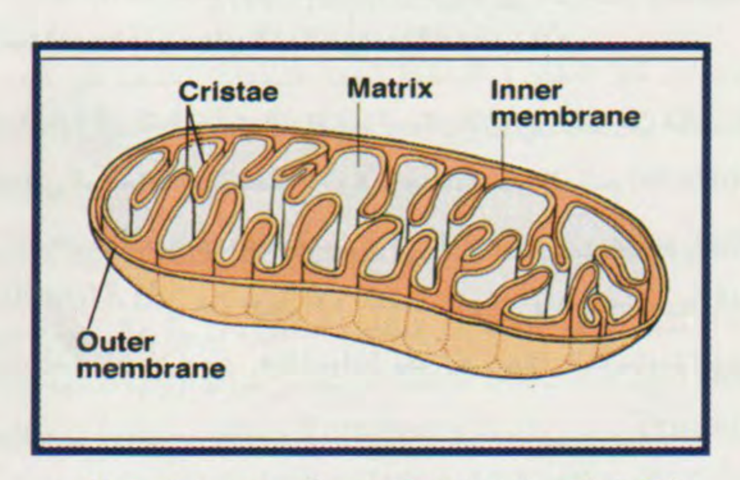
كان الرأى السائد أن عملية التوارث مقصورة فقط على المادة الوراثية الموجودة داخل النوع النووى ، ويعرف ذلك باسم "الوراثة النووية" Nucleic Inheritance ، ولكن ظهرت صفات وراثية لم يمكن تفسيرها باستخدام الوراثة النووية، وأطلق على هذا النوع من التوارث اسم «الوراثة اللانووية» ، حيث إن المادة الوراثية الخارجة توجد خارج النواة فى عضيات السيتوبلازم، ولهذا النوع من التوارث مصطلحات عدة منها:

- الوراثة اللاكروموسومية Nonchromosomic Inheritance ، ويعنى هذا المصطلح أن التوارث يتم بعيدًا عن الكروموسومات.
- الوراثة السيتوبلازمية Cytoplasmic inheritance ، ويعنى هذا المصطلح أن التوارث يتم فى عضيات السيتوبلازم.
- الوراثة الأمية Maternal inheritance ، ويعنى هذا المصطلح أن التوارث يأتى فى مثل هذا النوع عن طريق الأم فقط، ذلك لأن النواة تخرج خارج نطاق هذا النوع من التوارث، أى أن مصدر التوارث فى هذا النوع يكون عن طريق الأم من خلال المادة الوراثية الموروثة فى سيتوبلازم البويضة القادمة من الأم .

قد توجد المادة الوراثية خارج النواة فى السيتوبلازم فى أكثر من مكان، ففى خلايا النباتْ توجد فى البلاستيدات الخضراء ، وهذا ما اكتشفه العالم (Carl Correns) عام ١٩٠٨م ، حيث لاحظ أن صفة التدرج فى الألوان فى ورقة نبات الميرابليس *Mirabilis jalapa* تأتى عن طريق الأم (النبات المؤنث) وليس عن طريق الذكر (النبات المذكر)، وبالدراسة تأكد أن مصدر هذا التوارث يكون من خلال البلاستيدة الخضراء.



(شكل ١١)   يوجد داخل النباتات البلاستيدات الخضراء وهى عُضىً يحتوى على دنا مستقل عن دنا الخلية، وتتم داخلها عملية البناء الضوئى .



(شكل ١٢) توجد المادة الوراثية فى عضى آخر من عضيات السيتوبلازم، وهو الميتوكونديريا ، وتمثل الميتوكونديريا مصنع الطاقة فى الخلية الحية ، وبدونها لا يمكن للخلية أن تعيش .

يتم إنتاج الطاقة من خلال أكسدة حمض الستريك ودورة الأحماض الدهنية، وكذلك عمليتى نقل الإلكترونات والأكسدة الفوسفورية، وتحتوى الميتوكونديريا على مادة وراثية دناوية DNA، وتحتوى على جهاز لتمثيل البروتين يحتوى على جزيئات الرنا RNA ، ولكنها تشبه تلك الموجودة فى أوليات النواة، وليس فى حقيقيات النواة .

يتم استخدام الدنا الميتوكونديرى DNA Mitochondrial فى مجال البصمة الوراثية، فى حالات الاعتماد على عينات من الشعر أو العظام أو الأسنان ، حيث تقل كمية الحامض النووى DNA فى داخل نواة الخلية الحية، ولكن هذه الطريقة حساسة، وتحتاج للعديد من الاحتياطات أثناء تنفيذ التكنيك .

خامسا: استخدام جهاز التحليل الوراثى الأوتوماتيكى :

AUTOMATIC GENETIC ANALYZER :

يتم فصل الحامض النووى فى هذه الطريقة بواسطة عمود من مواد بوليمرية (Polymers)، وباستخدام عمود فصل شعرى يعرف بـ Capillary Electrophoretic Column فى عملية التعرف على نواتج الفصل ، حيث تتم فى هذه الحالة بصورة أوتوماتيكية، وباستخدام خمس أصباغ مختلفة، أما عملية التحليل للبيانات فتتم من خلال برمجيات دقيقة (Software) .



(شكل ١٣) جهاز فصل الحامض النووى باستخدام الفصل الكروماتوجرافى الشعرى .


الفصل الرابع
المصادر البيولوجية للحامض النووى من منظور جنائى

العينات

تختلف العينة التى يراد أخذها حسب نوع الجريمة المرتكبة، ولكن من منظور عام يجب على المصور الجنائى الموجود مع خبير البصمة الوراثية فى مسرح الجريمة أن يقوم بتصوير مكان الجريمة ، باستخدام كاميرا فيديو توضح مكان الجريمة، وحالة العينات، وأبعادها النسبية بالنسبة لمكان الجريمة، كما يتم وضع رسم كروكى يوضح مسرح الجريمة وكيفية وجود العينات فى مسرح الجريمة ، ولكل عينة طريقة محددة لأخذها، وكذلك ظروف حفظ محددة، وتحتاج بعض العينات لبعض المعاملات حتى لايحدث تغير فى الطبيعة الكيميائية أو الفسيولوجية للعينة، ومن أمثلة ذلك إضافة مادة (EDTA) إلى عينة الدم، حتى لا يحدث تجلط للعينة، ولا يجب فى هذه الحالة إضافة مادة الهيبارين (Heparin) على الرغم من أنها مادة مانعة للتجلط ، لكنها تؤدى إلى بعض المشكلات فى تفاعل الـ (PCR) ، بعد أخذ العينات يتم نقلها إلى معمل البيولوجيا الجزيئية (Molecular Biology Lab) ، حيث تتم طرق التحليل للعينات ، وفى الدول المتقدمة يوجد معمل متنقل (Portable Lab) ، حيث يتم أخذ العينات فى ظروف المعمل ، وأحيانًا يمكن أن يتم التحليل داخل المعمل المتنقل .



(شكل ١٤) تخص كل أنبوبة عينة واحدة ، ولا تستعمل لأكثر من مرة فى تحاليل البصمة الوراثية .




(شكل ١٥) لابد من تحديد مسرح الجريمة بدقة لتحديد المسافات النسبية بين العينات فى مسرح الجريمة .

ويمكن أن نعرض لأنواع العينات البيولوجية التى يمكن استخدامها كدليل بيولوجى كمصدر للحامض النووى فى تحاليل البصمة الوراثية فيما يلى :

أولاً : عينات الدم :

الدم مصدر جيد للحصول على الحامض النووي، ولكن ليس كل مكونات الدم نستخدمها للحصول على الحامض النووى DNA، فكرات الدم الحمراء (RBCs) فى الحالة الناضجة لها لا تحتوى على نواة، ومن ثمَّ لا يمكن الحصول على عينة من الحامض النووى منها، ولذلك يتم التخلص من كل مكونات الدم وإزالتها من مخلوط العزل، ثم يتم تفجير كرة الدم البيضاء ، والتخلص من البروتينات والكربوهيدرات والمكونات الأخرى الخلوية ماعدا الـ DNA، حيث ينقى ويرسب، ويحفظ فى ثلاجة على درجة حرارة (-٢٠)، فى أنبوبة صغيرة تعرف بالابندورف (Ependorph Tube) ، حيث يمكن استخدام أى من التقنيات السابقة التى تمَّ العرض لها من تقنيات البصمة الوراثية ، وللدم العديد من أنماط الحالات التى يمكن أن يوجد عليها، ولكل حالة طريقة محددة فى أخذ ونقل العينة، نوردها فيما يلى :



(شكل ١٦) رفع عينة دم جافة من بنطلون ملوث بالدم .



(شكل ١٧) رفع عينة دم سائلة فى أنبوبة .



(شكل١٨) لاتحتوى كرات الدم الحمراء على نواة ، و من ثم لا تصلح لعزل الحامض النووى منها .



(شكل ١٩) يتم عزل الحامض النووى من كرات الدم البيضاء لاحتوائها على نواة .

١- الدم السائل :

يوجد الدم فى بعض الحالات فى مسرح الجريمة فى شكل سائل، قد يكون بقعة واحدة وقد يكون بقعاً كثيرة، ويتم سحب الدم السائل بواسطة أنبوبة معدة خصيصًا لذلك تسمى (Vacutainer Tube)، وهى أنبوبة مقفلة ومعقمة وتستعمل مرة واحدة (Sterilled Tube)، ويتم حرق الإبرة فى محرقة بعد استعمالها، ثم إعدام الجزء البلاستيك بعد ذلك.



(شكل ٢٠) عينة دم سائل داخل أنبوبة Ependorph .



(شكل ٢١) تعقيم الأنابيب داخل جهاز الأوتوكلاف ضرورى منعا لحدوث تلوث .

إذا لم تتوافر الـ (Vacutainer Tube) يتم استخدام سرنجة عادية معقمة لم يتم استخدامها من قبل، وتستخدم لمرة واحدة، أو تستخدم ماصة أتوماتيك، وهى عبارة عن جزء زجاجى يمثل الماصة ويكون معقمًا ومدرجًا، وهذا الجزء مولج داخل أداة سحب .



(شكل ٢٢) لابد من الحرص فى التعامل مع عينات الدم فى مسرح الجريمة .

إذا لم تتوافر أى من وسائل شفط الدم، يتم أخذ عينة الدم فى هذه الحالة باستخدام قطعة قماش لها القدرة على امتصاص الدم على سطحها بحيث لا تتشتت داخلها بالامتصاص ، ويجب فى هذه الحالة أن تكون عينة قطعة القماش نظيفة جيدًا، بحيث لا يختلط الدم بأى شوائب أخرى يمكن أن تؤثر فى نتائج التحليل بعد ذلك .



(شكل ٢٣) يتم تحديد مساحة بقعة الدم و موضعها فى مسرح الجريمة ثم يتم رفعها .

عينة الدم السائلة فى المياه :

يحدث انتشار للدم سواء من الجانى أو المجنى عليه عند حدوث جروح أو نزيف داخل الماء أثناء ارتكاب الجريمة ، سواء من خلال الجانى أو من خلال مقاومة المجنى عليه، ويحدث انتشار للدم داخل الماء، لذلك يجب استخدام ماصات أتوماتيك لسحب عينة الدم مع قليل من الماء وبأسرع وقت ممكن حتى لا تضيع عينة الدم داخل المياه أو يحدث تخفيف كبير لها.



(شكل ٢٤) دم سائل من ضحية مقتولة فى حمام سباحة كبير .

تنتشر مثل هذه العينات فى الجرائم التى ترتكب فيها جريمة وتلقى الضحية فى قناة رى (المساقى داخل المزروعات) ، وذلك فى المناطق الريفية أو فى بركة راكدة للمياه ، كما تنتشر فى المدن فى حمامات السباحة أو مياه البانيوهات فى المنازل، ويجب أن نؤكد على احتمالية وجود دم دون وجود جثة لضحية، وذلك لقيام الجانى بالتخلص من الضحية، كما أن عينة الدم الموجودة قد يكون مصدرها الجانى أو المجنى عليه ، وترفع عينات الدم السابحة فى المياه مع كمية من المياه ، ثم يتم العزل للحامض النووى باستخدام طرق خاصة وتناسب عزل الحامض النووى من الدم الملوث للمياه .



(شكل ٢٥) إحدى عينات الدم المأخوذة من بنوك الدم ، حيث يستخدمها الجناة فى تلويث مسرح الجريمة إمعانا فى تضليل خبراء رفع العينات .



(شكل ٢٦) ضحية داخل بانيو حيث يمكن أخذ خلايا منه و تحديد هويته ، أو أخذ أى عينات موجودة لعزل الحامض النووى ، و تحديد هوية الجانى بمطابقة البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من مسرح الجريمة مع البصمة الوراثية للمتهمين .

٢- الدم الرطب WET BLOOD:

المقصود بالدم الرطب هو ذلك الدم المختلط ببعض الرطوبة، لكنه لم يصل إلى درجة التجلط (Non Coagulated)، ولهذا النوع من عينات الدم حالات عديدة كما يلى :

أ- الدم الرطب الملوث للثياب :

تتوقف طريقة أخذ العينة فى هذه الحالة على كمية الدم الرطب الموجود على الثياب، فإذا كانت البقعة كبيرة، يتم إضافة قطرات ماء مقطر ومعقم (Autoclaved sterilized) للبقعة وتقليبها خفيفًا بساق زجاجية، ثم سحب البقعة بواسطة أنبوبة الـ (Vacutainer) كما فى حالة الدم السائل، ويراعى سحب كل كميات العينة.

إذا كانت البقعة ذات كمية صغيرة من الدم أو متناثرة ، يتم تعليق الثياب فى الهواء بعيدا عن ضوء الشمس ، حيث يحدث تجفيف لبقع الدم ، وتتحول إلى الحالة الجافة ، ثم توضع فى وعاء زجاجى أو من الورق المقوى ، بحيث لا يحدث تكسير للبقع الجافة ، وينصح بعدم وضع البقع فى هذه الحالة فى أكياس بلاستيك قابلة للضغط منعا لتكسير البقع الدموية المجففة ، كما لا يتم تعريض البقع فى حال تجفيفها للشمس لمنع تأثر الخلايا وكذلك الـ (DNA) داخل الخلايا بالمؤثرات الإشعاعية القادمة من الشمس ، ومنها الأشعة فوق

البنفسجية، والتى تؤدى لارتباط ثنائيات الثايميدين معا وتكون مركب البيوتان الحلقى، كما لا تستخدم المجففات الصناعية لتجفيف بقع الدم الرطبة لأنها تؤثر على الخلايا المكونة للدم ، وفى حال ارتفاع درجات حرارة التجفيف عن ٩٠ درجة مئوية تؤثر على طبيعة الحامض النووى الموجود داخل الخلايا ، حيث ينفصل إلى سلسلتين مفردتين وتعرف هذه العملية بـ (denaturation) .





(شكل ٢٧) ترفع بقعة الدم إذا كانت واحدة على أنها عينة واحدة ، و كذلك ترفع كل بقعة متناثرة فى حالة تناثر العينات على أنها عينة مستقلة منعاً لإهمال أى عينة او اختلاط العينات بعضها ببعض .



(شكل ٢٨) لابد من ارتداء قفاز منعاً للتلوث البيولوجى للعينات بخلايا من الأيدى .

ب- الدم الرطب الملوث للأجسام الصلبة :

إذا كانت بقع الدم الرطبة موجودة على أجسام صلبة قابلة للحركة ، مثل الأسلحة البيضاء كالسكين والساطور والخنجر والسيف ، أو الأسلحة الآلية مثل الطبنجة أو المسدس أو البندقية... إلخ، أو قطع خشب صغيرة متناثر عليها بقع دم، أو بعض الغازات أو مجسمات الديكور أو سجادة صغيرة سواء أكانت سجادة حائط أم سجادة أرضية... يتم فى حالة وجود بقع الدم على الأشياء السابقة إذا كانت البقعة كبيرة إضافة قطرات ماء مقطرة ثم خلطها بساق زجاجية، وسحبها بواسطة الـ Vacutainer Tube، أما إذا كانت البقع الرطبة ذات كمية قليلة من الدم ومتناثرة، يتم تجفيفها فى الهواء ثم توضع فى أوعية زجاجية أو أوعية من ورق مقوى، وتنقل إلى المعمل .







(شكل ٢٩) نماذج مختلفة لوجود بقع دم تمثل حالات مختلفة .

٣- الدم الجاف :

المقصود بالدم الجاف هو الدم الذي فقد معظم كمية الماء المحتواة داخله، ويطلق عليه Dried Blood، ويجب أن نشير إلى أن الدم المتجلط لا يعتبر دماً جافاً إذ يحتوى على نسبة ليست بالقليلة من الرطوبة، ويحتاج لتجفيف لكى يتحول إلى دم جاف .





(شكل ٣٠) نماذج لعينات دم جاف إحداها توجد على يد شاكوش ، و الأخرى توجد على أرضيات حجرة ما، وهى عينات دم جاف ، حيث ينقل الشاكوش بأكمله أو تكشط بقعة الدم الملوثة له جيدا ، وأما العينة الأخرى فتقطع القطعة الملوثة بالدم و ترسل لمعمل الحامض النووى .

وللدم الجاف حالات كثيرة ولكل حالة طريقة معينة للتعامل معها ، ومن هذه الحالات ما يلى :

أ - بقع الدم الجافة الموجودة على سطح يمكن نقله :

من أمثلة تلك الحالات بقع الدم الموجودة على أسطح صلبة صغيرة يمكن نقلها ، كالدم الجاف الموجود على الأسلحة التى ارتكبت بها الجريمة كالمسدس والطبنجة والساطور والسكين والمدية (المطواة) ، أو الثياب سواء أكانت ثيابا داخلية أم ثياباً خارجية ، وكذلك الستائر وسائر الفرش والملابس التى تمثل حجماً صغيراً يسهل نقله .

يتم التعامل فى مثل تلك الحالات برفع الجسم القابل للنقل بحذر شديد ، وتثبيته فى وعاء زجاجى أو أوعية من البلاستيك المقوى الشفاف ، ويراعى الحذر فى تحريك هذه العينات ،

وفى حالة امتصاص الدم على سطح حبيبات التربة يتم نقل الحبيبات الممتص عليها الدم بكمية كبيرة ، ووضعها داخل وعاء زجاجى أو من بلاستيك مقوى .



(شكل ٣١) عينات دم مختلفة موجودة على الملابس أو متناثرة على سطح الأرض ، و كل منها لابد من التعامل بحذر فى حالة رفع العينات منها ، حيث يجب عدم إهمال أى بقعة دم متناثرة على أى جزء من الملابس الملوثة بالدم .

ب - بقع الدم الجافة الموجودة على سطح صلب ثابت :

أحيانًا يوجد الدم على أسطح كبيرة لا يمكن نقلها كجدران الحوائط أو الموكيت وقطع السجاد الكبيرة، والأرضيات، ويتم التعامل فى هذه الحالات كما يلى :

* فى حالة الجدران الملتصق عليها دم جاف يتم إما كشط هذا الدم بكروت بلاستيكية نظيفة خاصة لها حواف رفيعة حادة، ويوضع الكشط داخل أوعية من البلاستيك المقوى الشفاف .



(شكل٣٢) بقعة دم جافة موجودة على سطح صلب غير قابل للنقل حيث يتم قطع الجزء الملوث بالدم وإرساله إلى المعمل ، أما اذا كان هذا الجزء صخرياً لا يقبل القطع فإن بقع الدم الجافة تكشط و ترسل إلى المعمل .

وفى حالة عدم وجود كروت خاصة يتم الكشط داخل أوعية من البلاستيك المقوى أو من الورق المقوى، وذلك باستخدام ورق للكشط بشرط أن يكون هذا الورق نظيفًا.

يتم التعامل مع البقع الجافة الكبيرة الملتصقة بالأرضيات سواء أكانت بلاطًا أو سيراميكًا أو خشب باركيه بالطريقة السابقة نفسها فى معاملة البقع الملتصقة بالجدران.

ج- بقع الدم الجافة القليلة على الجدران والأرضيات :

فى مثل تلك الحالة لا يجدى استخدام الكشط، حيث تكون الكمية قليلة، ولذلك يتم الاستعانة بقطعة شاش طبى مبللة بالماء المقطر، حيث يتم إذابة الدم الجاف وامتصاصه على خيوط الشاش، ويراعى أن يكون الشاش من مادة قابلة للامتصاص وليس من مواد البولى استر الكيميائية .






(شكل ٣٣) تناثرات دموية عديدة فى مسرح الجريمة ، و يتم رفع كل منها و عزل الحامض النووى لكل عينة وعمل بصمة لكل حامض ، ثم تتم عمليات مقارنة البصمات مع بصمات الحامض النووى للمتهمين .

إذا لم يوجد ماء مقطر، يتم استخدام ماء نظيف مذاب فيه كمية من ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) Nacl، ويعرف ذلك بالمحلول الملحى (Saline) .

د- بقع الدم الجافة الملتصقة بالأجسام القابلة للقطع :

إذا تلوثت بعض الأشياء القابلة للقطع الجزئى بالدم، وذلك مثل الموكيت والسجاد وأنواع الحُصر البلاستيك والمصنوع من سعف جريد النخيل، وكذلك قلف الأشجار، يتم التعامل فى هذه الحالة مع بقعة الدم طبقًا للمراحل التالية :

* التحديد الدقيق للمساحة من الجسم القابل للقطع الملوثة ببقعة الدم الجافة .
* استخدام آلة نظيفة وحادة فى عملية القطع .
* يتم القطع بزيادة فى أبعاد المساحة بقدر ١٠ سم .
* يتم قطع جزء من الجسم القابل للقطع غير ملوثة بعينة دم كعينة قياسية .
* يتم وضع الأجزاء المقطوعة فى أوعية من بلاستيك مقوى أو زجاج، على أن يوضع كل جزء فى وعاء مستقل منعًا لاختلاط الدماء .







(شكل ٣٤) نماذج من الأسطح الصلبة الملوثة ببقع دموية متناثرة أو غير متناثرة .

هـ- الرذاذ الدموى الجاف :

يتناثر الرذاذ الدموى الجاف على الجدران وعلى الأسطح الخرسانية ، وغيرها من الأسطح الثابتة التى يصعب نقلها إلى المعمل الجنائى للفحص ، ولذلك يتم رفع الرذاذ الدموى ذلك باستخدام شرائط يختلف سمكها حسب مساحة انتشار الرذاذ ، ولهذا النوع من شرائط خاصية امتصاص السوائل وتجميعها بكفاءة عالية على سطحه ، ويتم إمساك شريط الامتصاص بواسطة ملاقط (forsips) دقيقة ، ولا يجب أن تلمس أنسجة اليد العينة

أو الشرائط منعاً لتلويث العينة أو الشريط بواسطة خلايا من اليد ، والتى تؤثر على نتيجة الفحص بالبصمة الوراثية.

ومن الاحتياطات الواجب اتباعها فى حالة استخدام شُرُط الامتصاص ، أخذ كل عينة رذاذ بواسطة شريط امتصاص مستقل ، مع تصوير العينة قبل أخذها بواسطة شريط الامتصاص ، وسبب أخذ كل عينة بواسطة شريط امتصاص مستقل هو منع حدوث تلوث للعينات ، وذلك لاحتمالية تعدد مصدر عينات الرذاذ الدموى الجاف ، فقد يكون مصدره المجنى عليه ، أو الجانى نتيجة لمقاومة المجنى عليه مما أدى إلى حدوث نزيف، ويحتمل أن يكون مصدره شاهد حضر ارتكاب الجريمة ، كما يجوز تعدد المجنى عليهم ، وبالتالى يكون مصدر الدم متعدداً ، وهذا مهم فى حالة قيام الجناة بالتخلص من الجثث وإلقائها فى أى مكان أو دفنها .

قبل لصق الشريط على الرذاذ الدموى الجاف يجب غمس الشريط فى ماء مقطر لمدة دقيقة واحدة، ثم لصقه بالرذاذ الجاف وتحريكه عليه بواسطة الملاقط لمدة ٢ – ٣ دقائق ، ثم تنقل هذه الشرائط إلى حامل الشرائط (Tapes Holders) ، وهو حامل متخصص، حيث يتناسب ارتفاعه مع ارتفاع الشرائط ، ويتكون من صندوق زجاجى قاتم اللون مقسم إلى مربعات، ويتدلى من السقف الخاص بكل مربع خطاف زجاجى يتم تعليق شريط الامتصاص المدمم عليه العينة من موضع دائرى أعلاه ، وهذا الصندوق مقسم من الداخل بواسطة شرائح زجاجية رقيقة، وهذا يضمن عدم تلوث العينات ببعضها البعض عند الحركة .

٤– الدم الملوث للمركبات :

المقصود بالمركبات كل ما يصلح كوسيلة للركوب سواء أكانت الدراجة العادية أو البخارية (الموتوسيكل) ، أو السيارة ، أو وسيلة أخرى ، ويتم التعامل مع عينات الدم الموجودة على أسطح هذه المركبات طبقًا للحالة التى يوجد عليها الدم كما يلى :

أ– بقع الدم السائلة على المركبات:

يتم تصويرها ثم سحب كل عينة بشكل مستقل بواسطة الماصة الأتوماتيك، ثم تنقل إلى أنبوبة معقمة أو تسحب مباشرة بواسطة الـ Vacutainer Tube، ولابد من مراعاة أنَّ

كل بقعة دم تسحب كعينة مستقلة، فى أنبوبة مستقلة، كما يجب رفع وسحب أى عينات دم ملتصقة بشاسيه السيارة.

ب- بقع الدم الرطبة على المركبات:

يضاف لها كمية من الماء المقطر ، وتخلط جيدًا ، ثم يتم سحبها بواسطة Vacutainer Tube.

ج- بقع الدم الجافة:

تعامل بقع الدم الجافة الملتصقة على المركبات بأسلوب التعامل نفسه مع بقع الدم الجافة الملتصقة بالأجسام الصلبة غير القابلة للحركة، حيث تكشط بقع الدم بواسطة أداة خاصة أو بواسطة ورق مقوى نظيف فى وعاء زجاجى أو من بلاستيك مقوى، ويراعى أن تكشط كل بقعة جافة فى وعاء مستقل منعًا لاختلاط العينات.





(شكل ٣٥) نماذج لعينات الدم الملوثة للمركبات والتى يعتبر الحامض النووى لهذه العينات دليلاً على تحديد هوية السيارة التى قامت بدهس أو إصابة المجنى عليه .

فى كل الحالات السابقة للتعامل مع بقع الدم يتم ارتداء قفاز طبى (Glove) ، منعًا لتداخل عينات من خلايا وأنسجة آخذ العينة مع عينات الدم ، لأن ذلك سيُحدث اختلالاً بنتائج الفحص، وبشكل عام يجب إبعاد العينات عن أى مصدر تلوث ، والحفاظ على استقلالية كل بقعة لتشكل عينة دم مستقلة بذاتها من أى بقع أخرى، لاحتمالية أن تكون هذه البقع من مصادر مختلفة.

وتضاف مادة الـ(EDTA) Disodium Ethylenediamintetra Acetate كمادة مانعة للتجلط Anticlotting، ولا يفضل إضافة الهيبارين Heparin للعينات، حيث يؤثر ذلك على تفاعل الـ PCR فيما بعد، وإن كانت بعض الطرق الحديثة تتجه إلى فصل الهيبارين بعد إضافته والتخلص منه، ومن ثم لا يؤثر على تفاعل الـ PCR.

يوجد شريط لاصق على كل أنبوبة وكذلك على كل وعاء نقل للعينات ، حيث يكتب رقم على هذا الشريط، ويسجل هذا الرقم فى دفتر الخبير موضحًا به :

* مكان أخذ العينة بالتفصيل مع إرفاق صورة من تصوير العينة بالكاميرا .

* حالة العينة (سائلة، رطبة، جافة) .

* تاريخ أخذ العينة باليوم والشهر والسنة .

* وقت أخذ العينة بالثانية والدقيقة والساعة .

* اسم الخبير الذى أخذ العينة رباعياً .

*المعاملات التى تمت على العينة فى مسرح الجريمة ، ومن أمثلة ذلك (إضافة ماء مقطر ، محلول ملحى EDTA ، تقليب ..... إلخ) .

ثانيًا: السوائل المنوية :

المقصود بالسائل المنوى هو الإفراز المقذوف من العضو الذكرى نتيجة حدوث إثارة ما، ويحتوى هذا السائل على أكثر من مكون نوردها فيما يلى :

١ - الحيوانات المنوية :

تمثل الحيوانات المنوية الأمشاج الذكرية، ولها عدد كروموسومى يساوى نصف العدد الكروموسومى الموجود فى الخلية الجسمية، ولذلك فالتقاء الحيوان المنوى بالبويضة يعنى عودة الزوجية الكروموسومية كما يلى :



(شكل ٣٦) رأس الحيوان المنوى و هو على سطح البويضة مستعد لدخول نواة البويضة .



(شكل ٣٧) جنين كامل نتج من إخصاب الحيوان المنوى بالبويضة .

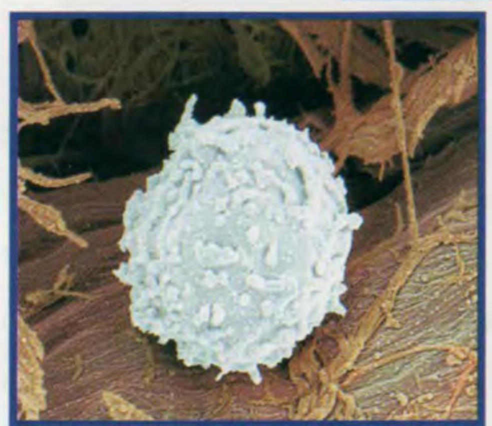
يتكون الحيوان المنوى من رأس تحتوى على النواة والتى يوجد بها الحامض النووى DNA، وفى مقدمة الرأس يوجد جسم قمى (Acrosome) يفرز إنزيماً يعرف بالهيالويورانيك يعمل على إذابة جدار البويضة عند الإخصاب ، ثم قطعة وسطى تحتوى على الميتوكونديريا والتى تمثل مصنع الطاقة الذى يمد الحيوان المنوى بالطاقة ، ثم الذيل الذى يتحرك من خلاله الحيوان المنوي، ويمكن توضيح ذلك فى هذا الشكل.



(شكل ٣٨) يتركب الحيوان المنوى من رأس تحتوى على النواة ، والقطعة الوسطى التى تحتوى على الميتوكونديريا مصنع الطاقة، والذيل الذى يتحرك به .

يقذف الإنسان فى القذفة الواحدة أثناء الممارسة الجنسية عددًا من الحيوانات المنوية يتراوح بين ٣٠٠- ٥٠٠ مليون حيوان منوي، ولا يصل إلى البويضة إلاً حيوان منوى هو أقوى الحيوانات المنوية، حيث تكون رحلة الحيوانات المنوية من لحظة القذف داخل الجهاز التناسلى الأنثوى ورحلتها داخل قناة المبيض صعبة، لأن الحيوان المنوى بطبيعته التركيبية ضعيف، وظروف الحامضية والقلوية تؤثر عليه بشكل كبير .







(شكل ٣٩) لكى تتم عملية الإخصاب يسبح الحيوان المنوى فى رحلة طويلة عبر قناة المبيض لكى يجد البويضة فى أعلى قناة المبيض .

عند وصول الحيوان المنوى إلى البويضة الساكنة أعلى قناة المبيض فإنه يذيب جدار البويضة بواسطة إنزيم "الهيالويورانيك"، ثم تدخل الرأس فقط للداخل، حيث يحدث الإخصاب بين نواة الحيوان المنوى ونواة البويضة لتكوين الخلية الجنينية الأولية.





(شكل ٤٠) يذيب الجسم القمى للحيوان المنوى جدار البويضة ، ثم يدخل لنواة البويضة ، حيث تحدث عملية الإخصاب بين نواة الحيوان المنوى ونواة المبيض .

أحيانًا يحدث بعد حدوث الإخصاب بواسطة حيوان منوى واحد أن تنقسم نواة البويضة المخصبة لنصفين متماثلين، ثم تنقسم الخلية الجنينية الحاوية للنواة لتعطى خليتين، تعتبر كل منهما صورة من الأخرى، ويطلق على هذه العملية "التوائم المتماثلة"، وتسلسلات الحامض النووى فى التوائم المتماثلة تكاد تكون واحدة تقريبًا بما فى ذلك التتابعات اللصيقة المتكررة ، ومن ثمً لا تصلح البصمة الوراثية فى هذه الحالة للتفرقة بين التوائم المتماثلة.

وفى حالة أخرى وبعد دخول رأس حيوان منوى وقبل أن تكون البويضة غلاف الإخصاب تدخل رأس حيوان منوى ثان ، ثم تنقسم نواة البويضة إلى شقين ، حيث تخصب كل نواة حيوان منوى شقًا من الشقين، وتتكون خليتان جنينيتان، ولذا توجد اختلافات فى تسلسلات الحامض النووى لكل من الخليتين لاختلاف أحد المصدرين الممثل فى نواة الحيوان المنوى، ومن ثَمّ تستخدم البصمة الوراثية فى التفرقة بين التوائم غير المتماثلة.





(شكل ٤١)

يمكن أن ينتج نوعان من التوائم أحدهما هو التوائم غير المتماثلة والتى تنتج من حدوث انقسام للبويضة قبل الإخصاب ثم إخصاب كل جزء بحيوان منوى مستقل ، أو إخصاب البويضة بحيوان منوى واحد ثم تنقسم البويضة لتعطى جنينين (توائم متماثلة) .

بالنظر لعملية الإخصاب المتمثلة فى اتحاد نواة الحيوان المنوى من الذكر مع نواة البويضة من الأنثى سُجّلت بعض الملاحظات:

أ- الحامض النووى الممثل للخلية الجنينية الأولية يمثل خليطًا من الحامض النووى لنواة الحيوان المنوى والحامض النووى لنواة البويضة.

ب- ما يهم فى تحليل البصمة الوراثية هو الحامض النووى وليس الخلية لذاتها، ولذلك لا يهم ما إذا كان الحيوان المنوى حياً أو ميتاً ، ولكن المهم هو عدم تعرض الحامض النووى لأى عملية تكسير أو ضرر DNA Degradation or DNA Damage .

٢- السوائل المنوية :

تفرز هذه السوائل بغرض تغذية الحيوان المنوى ، لأنها تحتوى على سوائل مغذية سواء داخل الخصية بعد تكون الحيوان المنوى أم بعد قذف الحيوانات المنوية ودخولها قناة المبيض فى الأنثى.

٣- خلايا مصاحبة :

قد توجد بعض الخلايا مصاحبة للإفرازات المنوية قد يكون مصدرها الخصية، وقد يكون مصدرها مجرى القذف داخل العضو الذكري، وكل من هذه الخلايا تعتبر مصدراً للحامض النووى الدال على هوية صاحبه.

كيفية الحصول على عينة الحيوانات المنوية :

يختلف أسلوب الحصول على عينة الحيوانات المنوية، وذلك طبقًا لحالة وجود عينة الحيوانات المنوية ، وذلك كما يلى :

١- السوائل المنوية الموجودة فى مسرح الجريمة :

يتم سحب عينة السائل المنوى - إذا كانت موجودة بكمية جيدة - بواسطة سرنجة نظيفة معقمة ، ثم تنقل إلى أنبوبة نظيفة معقمة ، ومسجل عليها رقم يتم تسجيله فى دفتر، مع كتابة البيانات الخاصة به فى هذا الدفتر ، والتى تشتمل على:

* مكان العينة بالتفصيل .
* تاريخ أخذ العينة باليوم والشهر والسنة .
* وقت أخذ العينة بالثانية والدقيقة والساعة .
* اسم آخذ العينة رباعياً .
* الظروف والمراحل التى مرت بها العينة حتى دخولها المعمل .



(شكل ٤٢) نموذج للتوائم غير المتماثلة والتى تنتج
من إخصاب البويضة بحيوانين منويين .



(شكل ٤٣) تفيد العينات المختلفة الملتصقة بالأنماط المختلفة بالملابس فى تحديد
هوية الجناة من خلال بصمة الحامض النووى المعزولة من هذه العينات .

إذا لم تتوافر سرنجة نظيفة أو معقمة تستخدم قطعة قماش فى رفع العينة بشرط أن تكون هذه القطعة من القماش نظيفة، ثم يتم تعريض القماش للهواء لتجفيف العينة، وتنقل فى صندوق إلى المعمل ، لابد من مراعاة تصوير العينة فى مسرح الجريمة وعمل رسم كروكى لها.

٢- بقع السوائل المنوية الملوثة للأجسام القابلة للنقل :

أثناء عملية الاغتصاب تتناثر بعض الإفرازات المنوية على الملابس الداخلية أو الخارجية، وكذلك الوسائد وملاءات السرير، ويتم نقل هذه العينات إذا كانت البقعة سائلة بواسطة سرنجة معقمة كما سبق، أما إذا كانت بقعة السائل المنوى قليلة يتم تجفيف الجزء الملوث بواسطة الهواء ثم ينقل إلى المعمل.

٣- السائل المنوى الملوث للأجسام غير القابلة للنقل:

من أمثلة هذا النوع من التلوث بالسائل المنوى حدوث تلوث للسجاد أو تناثر سوائل منوية على الأرضيات ، سواء أكانت بلاطاً أو باركيه (خشب) أو تناثر سوائل على جدران الحوائط .

ويتم التعامل مع عينات السوائل المنوية المتناثرة فى هذه الحالة بقطع الجزء الملوث، ونقله إلى المعمل، ويفضل فى هذه الحالة قطع جزء غير ملوث كعينة قياسية (Control Sample).

٤ - السائل المنوى الجاف:

إذا تُرك السائل المنوى فترة يجف، وفى هذه الحالة إذا كان الجسم الملوث بالسائل المنوى الجاف قابلاً للنقل ينقل إلى المعمل مباشرة، أما إذا كان الجسم الملوث بالسائل المنوى غير قابل للنقل فإن السائل المنوى الجاف يكشط بأداة نظيفة معقمة داخل كأس بلاستيك مقوى ومعقم (Jar) ثم ينقل إلى المعمل .



(شكل ٤٤) يتم رفع عينة الحيوان المنوى من داخل مهبل الأنثى .



(شكل ٤٥) يتم أخذ مسحات مختلفة من جسم الضحية، حيث يمكن من خلال أماكن الالتصاق (الصدر - الأرداف - الفخذين) أن يترك الجانى خلايا منه على جسم الضحية ومنها يتم عزل الحامض النووى وتحديد هوية الجانى.

٥ - السائل المنوى من ضحايا الاغتصاب الجنسى :

فى حالات الاغتصاب تؤخذ عينة من ضحايا الاغتصاب، وذلك لأن عينة الحامض النووى للذكر تكون ممثلة داخل مهبل الأنثى وكذلك على سطح المهبل، أو داخل أو على فتحة الشرج فى حالة الاغتصاب الجنسى الشاذ.

وتؤخذ العينة من داخل المهبل بواسطة جهاز خاص يعرف بـ Intervagina Scaner أو الماسح المهبلى من الداخل، ويمكن استخدام إبرة ماسحة تمرر على أنسجة المهبل من

الداخل ثم تغمس فى أنبوبة تحتوى على قليل من الماء المقطر، ويكرر ذلك لعشر مرات.

أما المسحة المهبلية من الخارج فتؤخذ بواسطة جهاز يعرف بـ Extravagina Scaner، أو الماسح المهبلى من الخارج ، ويمكن كذلك استخدام إبرة ماسحة تمرر على السطح الخارجى للمهبل ثم تغمس فى أنبوبة تحتوى على قليل من الماء المقطر، ويكرر ذلك لعشر مرات.

ويمكن بالطريقة نفسها أخذ العينة من فتحة الشرج، ويفضل أخذ مسحات من الشفاه لاحتمالية تناثر خلايا جسمية من المغتصب على شفاه الأنثى بالاحتكاك أو من أماكن الاحتكاك الأخرى.



(شكل ٤٦) توجد أجهزة دقيقة متطورة فى عمل مسح ورفع للعينات من داخل مهبل الأنثى لعزل الحامض النووى داخل معمل الحامض النووى وعمل بصمة له .

٦- السائل المنوى من المغتصب :

فى جرائم الاغتصاب يتم الحصول على عينة حيوانات منوية من المتهم ، ويتم ذلك بواسطة جهاز يركب على القضيب ويعمل بالذبذبات الكهربية، ويحدث هذا الجهاز إثارة كهربية تسبب قذف السائل المنوى داخل وعاء صغير متصل بالجهاز، حيث يتم تفريغ السائل المنوي، وحفظه فى الثلاجة لحين وصوله إلى المعمل.

احتياطات عامة عند رفع عينات السوائل المنوية :

١- ترفع العينة بواسطة خبير .

٢- تصور العينة بالفيديو ويرسم لها كروكى يوضح أبعادها النسبية بالنسبة لمسرح الجريمة .

٣- فى حالة وجود أكثر من عينة تعامل كل بقعة على أنها عينة مستقلة، لاحتمالية اختلاف مصدر كل عينة، وهذا يؤدى إلى عدم حدوث اختلال .

٤- توضع أرقام على الأنابيب والأوعية (Containers) التى تنقل فيها العينات، وتدون تفاصيل العينة فى سجلات خاصة، ولا تكتب أى تفاصيل على الأنابيب حرصًا على السرية .





(شكل ٤٧) من خلال المسحات الشفوية والتى تمكننا من رفع الخلايا التى تلتصق بشفاه الأنثى من الذكر أثناء التقبيل أو العكس تحديد هوية الجانى فى هذه الحالة .

٥- تحفظ العينات داخل أوعية النقل فى ثلاجات صغيرة (Ice Box) لحين وصولها إلى المعمل لإجراء التحاليل.

٦- يتم التأكد من إحكام قفل كل الأنابيب وأوعية النقل، مع وضع شريط ورقى لاصق على غطاء الأنبوبة بحيث يغطى الغطاء وجزءًا من الجوانب، ويختم هذا الجزء، وأى خلل بهذا الغطاء المختوم يعتبر دليلاً على حدوث تلاعب بالعينة.

٧- يتم التعامل مع العينات فى كل مراحلها بارتداء قفاز ، مع مراعاة عدم اختلاط أى عينة بأخرى، حتى لا يحدث خلط فى نتائج التحليل باستخدام البصمة الوراثية.

ثالثًا : عينات البول "Urine":

يرى بعض علماء السيكولوجى أن بعض المجرمين عقب ارتكابهم الجريمة يتبول فى مكان الجريمة ، حيث يحس بنوع من الارتياح الوهمى بذلك، وما يهمنا من ذلك هو البول كعينة دالة على الجانى حينئذ.

يحتوى البول على مادة البولينا (Urine) وربما بعض الأملاح، ولكن ما يهمنا من ذلك هو وجود بعض الخلايا فى البول قد تكون خلايا غير سوية (Pus cells) كالخلايا الصديدية... إلخ ، وبعض الخلايا السليمة المتساقطة من احتكاك البول إما بجدار الحالب أو جدار المثانة أو جدار قناة مجرى البول.

تمثل هذه الخلايا مصدرًا للحامض النووي، والذى يستخدم فى تحاليل البصمة الوراثية، ويتم التعامل مع عينات البول الموجودة فى مسرح الجريمة على حسب حالته كالتالي:

١- إذا كان البول سائلا متجمعا فى مسرح الجريمة :

يتم سحب العينة فى هذه الحالة بواسطة سرنجة معقمة ونظيفة، ويتم تفريغ محتواها فى وعاء من البلاستيك المقوى المعقم أو من الزجاج المعقم النظيف، ويقفل جيدًا ويختم ويوضع رقم على الوعاء يسجل - كما سبق - فى سجل وأمامه البيانات الدالة عليه ، التى سبق تناولها من قبل.

تحفظ عينة البول السائل المنقول من مسرح الجريمة على درجة حرارة من ٤- ٨ مئوية أى تحفظ فى الثلاجة، ويراعى الحذر فى أن تلمس اليد مباشرة عينة البول أو الوعاء الذى يحتويها ولاسيما من الداخل ، لأن ذلك سيعنى تساقط بعض الخلايا من يد آخذ العينة داخل العينة أو احتكاكها بالسطح الداخلى للوعاء الحاوى لها، ثم نزولها فى السائل البولى عند نقله من السرنجة إلى الوعاء الخاص بذلك ، سواء أكان ذلك وعاءً زجاجيًا أم بلاستيكيًا، ومن ثَمّ تتلوث الخلايا المحتمل وجودها من الجانى فى مسرح الجريمة بالخلايا الملوثة

للعينة ومصدرها آخذ العينة، كما يراعى فى حالة وجود أكثر من بول سائل فى مسرح الجريمة أو على مقربة منها أن تؤخذ كل عينة بشكل منفرد، وتمثل عينة مستقلة، لاحتمالية تعدد المصدر لهذه العينة، ومن ثَمّ نحافظ على عدم تلوث تتابعات البصمة الوراثية المتحصل عليها بعد ذلك .

ليس معنى وجود عينة بول فى مسرح الجريمة أن هذا قطع بأنً هذه العينة تخص الجاني، لأنها قد تخص شخصًا ما كان يقضى حاجته (يتبول) ثم فجأة رأى الضحية ففر هاربًا، أو تبول بالقرب من الضحية وانصرف دون أن يلفت نظره شيء ما، بخاصة إذا كانت الضحية وسط أشجار... إلخ .

٢- بقع البول الجافة والرطبة فى مسرح الجريمة:

فى معظم الأحيان تمتص حبيبات التربة السائل البولى وتصبح مبللة به، ويتم كشط وجمع البقعة من التربة المبللة، حيث تلتصق الخلايا المصاحبة للبول على سطح حبيبات التربة، ويتم عزل الحامض النووى فى هذه الحالة باستخدام بروتوكول عزل للحامض النووى من خلايا موجودة بالتربة ، مع مراعاة أن كل بقعة تمثل عينة مستقلة ، وارتداء قفاز أثناء التعامل مع العينات .

قد يحدث تبخير بواسطة الشمس للسائل البولي، لكن أثره يظل موجودًا، وتميز البقعة الملوثة بالبول عن بقية التربة غير الملوثة من مظهرها، ويمكن إجراء اختبار حامض اليوريك على جزء من التربة حيث يكون ملتصقًا بحبيبات التربة، ثم تذاب هذه البقعة من التربة فى ماء مقطر ومعقم، ثم يتم عزل الحامض النووى منها كما سبق فى البقعة الرطبة.

٣- بقع البول الجافة والرطبة على الملابس:

قد توجد فى مسرح الجريمة ملابس ملوثة بالبول سواء أكان هذا البول جافًا أم رطبًا أى مبللاً للملابس، فإن قطعة الملابس الملوثة بالبول يتم غمرها بالكامل فى ماء مقطر، ثم يتم العزل من الماء المحتوى على الخلايا المصاحبة للبول، ويراعى فى هذه الحالة ترك الجزء من الملابس فى الماء المقطر فترة كافية مع الرج ، حتى تسقط الخلايا المصاحبة للبول فى الماء المقطر.

٤- عينة البول من شخص:

يمكن أخذ عينة بول من المتهمين ضمن العينات التى تؤخذ منهم، ويتم أخذ هذه العينات بواسطة وعاء زجاجى أو بلاستيكى نظيف وأمام آخذ العينة ، وفى حالة عدم نزول بول يتم اللجوء لتسليط مياه عادية على العضو لاستحثاث المثانة لإنزال كمية من المياه.

رابعًا: إفرازات أخرى :

قد نجد فى مسرح الجريمة بعض الإفرازات مثل المخاط الأنفى أو المخاط الفموي، وكلاهما من المؤكد احتواؤه على خلايا نتيجة احتكاك المخاط بالخلايا سواء خلايا الأنف أم خلايا الفم، وقد توجد هذه الإفرازات ملتصقة بالملابس سواء فى الجرائم الجنائية أم الجرائم الجنسية، ويتم رفع عينات المخاط تلك بطريقتين:

١ - إذا كانت عينة المخاط رطبة يتم نقلها بحرص بواسطة إبرة نقل (Spatula) فى أنبوبة اختبار نظيفة ومعقمة، ثم يتم عزل الحامض النووى من تلك العينة .

٢- إذا كانت عينة المخاط جافة يتم كشطها بواسطة مشرط معقم ونظيف فى أنبوبة اختبار، والعزل منها بعد ذلك .

قد تكون الإفرازات إفرازات من الأعضاء الجنسية بخاصة من الأنثى عقب وأثناء الاغتصاب أو اللقاء الجنسي، وتحتوى هذه الإفرازات المتناثرة على تلوثات خلوية، ويتم رفعها على حسب حالتها كما يلى :

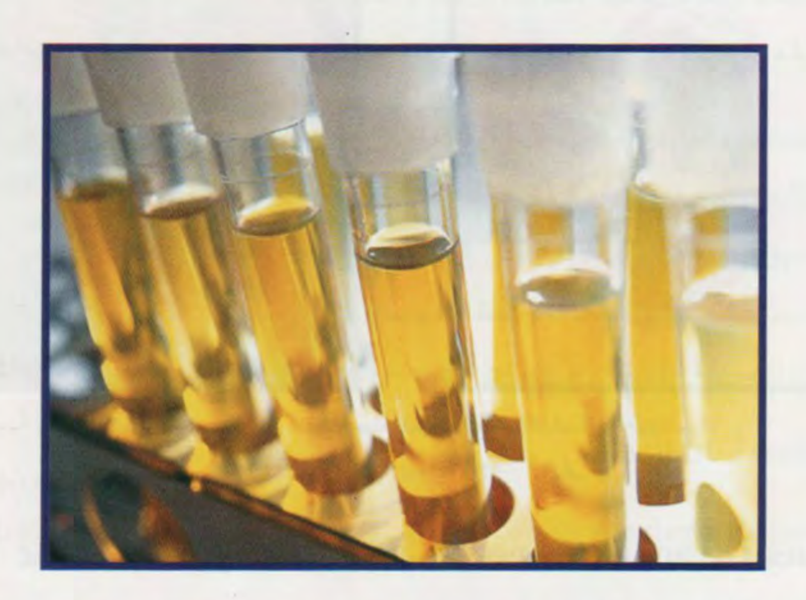
* إذا كانت رطبة يتم نقلها بواسطة إبرة نقل (Spatula) ثم تفرغ فى أنبوبة اختبار معقمة ونظيفة، أما إذا كانت جافة يتم كشطها بواسطة مشرط معقم ونظيف فى أنبوبة اختبار، وقد تكون هذه الإفرازات على الملابس، أو ملاءات السرير أو الملابس الداخلية أو الملابس الخارجية أو على جدران السرير أو الأرضيات .



(شكل٤٨) عينات بول داخل فتحة التواليت حيث يتم رفعها بكمية المياه الموجودة بها .



(شكل ٤٩) نماذج من أنابيب رفع العينات المستخدمة .

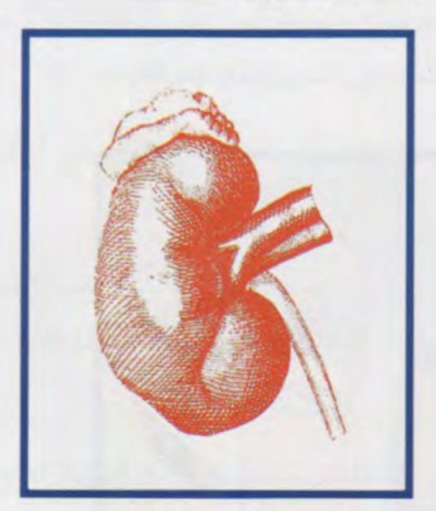


(شكل ٥٠) ينبغى قفل أنابيب عينات البول بغطاء محكم منعاً لحدوث تلوث .



(شكل ٥١) نتيجة لاحتكاك البول بالجهاز البولى يأخذ بعض الخلايا المتساقطة معه والتى تعتبر مصدراً للحامض النووى .





(شكل ٥٢) يمكن أن تتلوث عينة البول بالخلايا المتساقطة فيها سواء من حوض الكلى أو من بقية الجهاز البولى .

خامسًا: عينات الأنسجة والأعضاء والعظام Tissues, Organs and Bones:

يتم تصوير مسرح الجريمة وتحديد الأماكن النسبية للأعضاء المتناثرة فى مسرح الجريمة، كما يتم تحديد حجم كل عضو ونوعه، وكذلك بالنسبة للأنسجة والعظام.

يتم رفع هذه العينات من مسرح الجريمة بواسطة ملاقط ، ويمسك الملقط باليد المغطاة بقفاز منعًا لاحتكاك أى خلايا من آخذ العينة بالعينات المرفوعة، كما لا يجب أن تختلط أى من أجزاء العينات المرفوعة بواسطة بعضها البعض، ثم تنقل إلى أوعية بلاستيك مقوى، ويكتب على الوعاء رقم يتم تسجيله فى أحد السجلات ، ويكتب أمامه البيانات التالية :

١- اسم آخذ العينة .

٢- نوع العينة .

٣- حجم العينة .

٤- تاريخ رفع العينة باليوم والشهر والسنة .

٥- وقت رفع العينة بالثانية والدقيقة والساعة .

إذا وجدت عينات أنسجة متناثرة أو عظام متناثرة أو أجزاء أعضاء متناثرة، يتم فى هذه الحالة رفع كل جزء على أنه عينة مستقلة لاحتمالية تعدد مصادر العينات الموجودة.

قد توجد عينات عظام أو أنسجة أو أجزاء متهالكة فى مسرح الجريمة، بخاصة الجرائم التى ارتكبت ومضى عليها فترة ولم تكتشف وتم التخلص من الضحية ، ولكن بقيت بعض الآثار البيولوجية التى تدل إما على الجانى أو المجنى عليه، ومنها تناثرات من أجزاء متهالكة من الأنسجة والأعضاء والعظام ، ويطلق على هذه العينات عينات العظام القديمة أو عينات الأنسجة القديمة ، أو عينات الأعضاء القديمة.

Ancient Tissues

Ancient Bones

Ancient Organs

وذلك تمييزًا لها عن مثيلاتها الحديثة التى يطلق عليها :

عينات الأنسجة الحديثة Recent Tissues.

عينات العظام الحديثة Recent Bones .

عينات الأعضاء الحديثة Recent Organs.

يجب أن نشير في هذه الحالة إلى أنَّ التعامل يتم مع الحامض النووى الموجود داخل نواة الخلية، ومن ثم لا يهم في هذه الحالة كون العينات المتحصل عليها متهالكة أو غير متهالكة .





(شكل ٥٣) يمكن تحديد هوية شخص مدفون منذ سنوات من خلال عزل الحامض النووى الخاص، ومقارنة بصمة الحامض النووى من عينات عشوائية مع البصمات المعزولة من خلايا الأشخاص من مناطق عشوائية طبقاً لخطة البحث الجنائى .





(شكل ٥٤) يمكن من خلال خلايا ضحية وجد مقتولا بإحدى الغابات التعرف على هويته ، من خلال عزل الحامض النووى من هذه العينات وعمل بصمة وراثية له ، ثم مقارنة هذه البصمة بالبصمات المخزنة على بنك البصمات الوراثية الخاصة بالمجتمع ، أو مقارنتها بأشخاص من عينات عشوائية لعائلات تنتمى إلى مناطق مختلفة طبقاً لخطة البحث الجنائى .

سادسًا: عينات الشعر :

تتناثر عينات من الشعر فى مسرح الجريمة، وتعتبر هذه الشعرات من المصادر البيولوجية المهمة التى تدل على هوية الشخص، حيث يمكن عزل الحامض النووى منها، ومقارنته بالعينات المعزولة من المتهمين .

يتم رفع عينات الشعر بواسطة (ملاقط – جفت) نظيفة تمامًا، وكل مجموعة شعر متجمعة مع بعضها تعامل على أنها مجموعة مستقلة، وإذا وجدت شعرات منفصلة متناثرة بعيدًا عن بعضها البعض فإن كل شعرة فى هذه الحالة تعتبر عينة مستقلة .

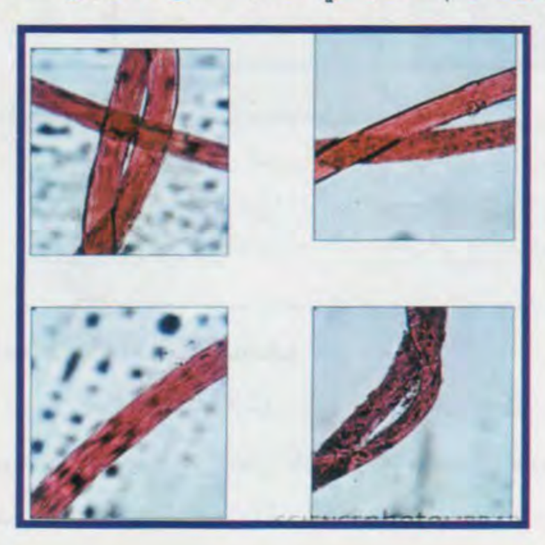
تنقل كل خصلة فى وعاء من البلاستيك المقوى ويكتب عليها رقم يدون فى أحد السجلات، وتوضع أمامه البيانات الدالة عليه، ويراعى ختم العبوة وإغلاقها بإحكام .

ومن النقاط التى يجب مراعاتها في التعامل مع خصلات الشعر في التعامل الجنائى الحرص على رفع كل خصلة من الشعر بجذورها "البصيلة"، نظرًا لأن البصيلة تكون غنية بالخلايا غير المعقدة بالكيراتين الذي يكثر في الشعرة نفسها، ويحتاج لمعاملات خاصة أثناء عملية استخلاص الحامض النووى .

فى حالة أخذ عينة شعر من متهم يتم اقتلاعها بواسطة ملقاط حساس بحيث يتم اقتلاعها بالبصيلة .

ترفع عينات الشعر المختلطة بالدماء أو بأية أنسجة أخرى كما هى دون حدوث أى تحوير أو تغيير فيها، حيث يعتبر كل نسيج أو قطرة دم دليلاً بيولوجياً يدل على هوية صاحبه .

بمجرد نقل العينات من مسرح الجريمة يتم حفظها في الثلاجة حتى تصل إلى المعمل .



(شكل ٥٥) تمثل خصلة الشعر دليلاً بيولوجياً يدل على هوية الجانى أو المجنى عليه .



(شكل ٥٦) فى حالة وجود الشعر فى شكل خصلة يمكن قطع جزء من الخصلة و عزل الحامض النووى منها .



(شكل ٥٧) من الأخطاء الشائعة قيام الخبيرة برفع عينة شعر أو إجراء عزل للحامض النووى من شعر و هى غير مرتدية غطاء الرأس ، إذ يمكن أن يؤدى هذا لتلوث العينة بشعر من الخبيرة .



(شكل ٥٨) إن بصمة الحامض النووى DNA تمثل
الباركود الشخصى للإنسان .

سابعًا: عينات إضافية:

تتناثر بعض العينات الإضافية فى مسرح الجريمة والتى تقدم دليلاً غير مباشر على تحديد هوية صاحبها، ومن أهم هذه العينات أعقاب السجائر، والتى يتم إلقاؤها فى مسرح الجريمة عقب ارتكاب الجريمة، ويلتصق بسطح هذه السيجارة بعض الخلايا مع اللعاب، ومصدر هذه الخلايا هو سقف الحلق، حيث تتحرك السيجارة داخل الفم وتصطدم بسقف الحلق، حيث يلتصق بها بعض الخلايا، والتى تقدم المصدر البيولوجى على هوية صاحبها.

يتم نقل أعقاب السجائر بواسطة الأيدى مع ارتداء قفاز لمنع اختلاط أى خلايا من اليد المباشرة بعقب السيجارة، وتوضع هذه الأعقاب فى أنبوبة اختبار تناسب حجم العقب، وتغلق الأنبوبة ويوضع عليها بارا فيلم ويكتب عليه رقم، ثم يختم وتنقل إلى المعمل فى ثلاجة (Portable Refrigerator) ، وتسجل البيانات الخاصة بالعينة أمام الرقم نفسه الموجود على غطائها والمدون فى سجلات المعمل (lab notes) .

ملاحظات عامة على التعامل مع العينات فى مسرح الجريمة :

توجد ملاحظات عامة لابد من مراعاتها أثناء نقل العينات من مسرح الجريمة بغض النظر عن العينة :

* عينة دم .
* عينة حيوانات منوية .
* عينة إفرازات جنسية .
* عينة شعر .
* عقب سيجارة .
* عينة بول .
* عينة أنسجة .
* عينة عظام .
* عينة أعضاء .
* عينة لعاب .

من هذه الملاحظات ما يلى :

١- ارتداء قفاز أثناء التعامل مع العينات ، منعًا لاختلاط خلايا من آخذ العينة مع خلايا العينة ، مما يؤدى إلى اختلاط فى النتائج المتحصل عليها.

٢- فى حالة وجود نماذج متناثرة من نوع واحد من عينة ما، يؤخذ كل نموذج على أنه عينة مستقلة، لاحتمالية تمثيل كل نموذج لمصدر بيولوجى مستقل.

٣- تنقل العينات من لحظة رفعها حتى وصولها إلى المعمل داخل ثلاجة صغيرة، وذلك منعًا لحدوث أى تكسير للعينة مما يحدث اختلالاً فى نتائج التحليل فيما بعد.

٤- لا تسجل بيانات على أغطية الأنابيب أو أوعية النقل أو على أغطيتها، ولكن توضع أرقام، وتسجل البيانات أمام تلك الأرقام فى سجلات خاصة غاية فى السرية.

٥- تختم أوعية النقل والأنابيب بأختام مصلحة الطب الشرعى ، بحيث يحتوى الختم على الرقم المسجل، وأى تهتك بالرقم يعنى محاولة تلويث العينة من خلال فتحها وتغيير الهوية الدالة على ذلك.

٦- ينبغى وجود مساعد مع خبير البصمة الوراثية القائم برفع العينات، بخاصة فى حالة كثرة العينات، وهذا يؤدى لزيادة معامل الدقة فى التحليل.

٧- فى حالة الشك فى وجود بقعة ملونة حمراء من كونها دماً أو غير دم يتم إجراء اختبار الكشف عن الهيموجلوبين ، وهذا يكون قاطعًا من كون البقعة دماً من عدمه.

٨- ضرورة تصوير العينات بالفيديو وعمل رسم كروكى لها لتحديد مواقعها النسبية بالنسبة لبعضها.

٩- البحث عن آثار منتقلة من المجنى عليه والتصقت بالجانى مثل الدم الموجود على سلاح القاتل، الدم الموجود على ساعة الجاني، السوائل والإفرازات المتناثرة على الفرش الداخلى لسيارة الجاني، أى سترات ملوثة بالدماء.

التعامل العلمى مع الدليل البيولوجى فى مسرح الجريمة :

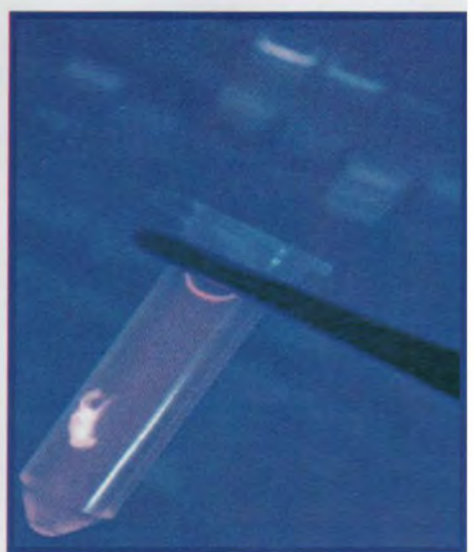
لابد من اتخاذ خطوات أساسية طبقًا للمنهج العلمى فى التعامل مع الأدلة البيولوجية فى مسرح الجريمة تشتمل على :

* القيام بتصوير الدليل قبل لمسه أو القيام بنقله .

* تحديد الموقع النسبى للدليل فى مسرح الجريمة بواسطة كاميرا فيديو.

* عمل رسم كروكى لموقع الدليل فى مسرح الجريمة لإيضاح الأماكن والأجسام والأشياء المحيطة بالدليل.









(شكل ٥٩) تمثل عينات السجائر التى توجد فى مسرح الجريمة دليلاً بيولوجياً ذا أثر جنائى، حيث يلتصق بنهاية السيجارة اللعاب ومعه العديد من الخلايا ، والتى يتم عزل الحامض النووى منها ، ولكن لابد من أخذ عينة السيجارة بحرص شديد و ألا تمسك باليد المباشرة دون ارتداء قفاز .







(شكل ٦٠) تمثل متبقيات الأطعمة و الأكواب المستعملة و التى استخدمها الجانى دليلاً عليه ، حيث تلتصق خلايا منه مع لعابه على سطح هذه المتبقيات من الطعام ، وكذلك من متبقيات الشرب من الأكواب ، حيث يتم عزل حامض نووى من هذه الخلايا وعمل بصمة وراثية له ، ثم تطابق مع البصمات الوراثية للمتهمين لتحديد هوية الجانى.


الفصل الخامس
طرق التعامل
مع المصادر
البيولوجية
داخل المعمل

الأجهزة المستخدمة :

يشتمل معمل البصمة الوراثية على العديد من الأجهزة والعديد من الاحتياطات التى يجب اتباعها، حتى تكون النتائج المتحصل عليها معبرة تعبيراً تاماً عن النتائج الحقيقية ، ومن الأجهزة الواجب توافرها داخل معمل البصمة الوراثية ما يلى :

١- ثلاجة عادية "Refrigerator":

وهذه الثلاجة مثل الثلاجة المنزلية مقسمة حراريًا إلى جزء درجة حرارته (صفر : ١٠م)، والجزء الآخر يعمل كمجمد Freezer درجة حرارته -٢٠ (عشرين تحت الصفر) .

وتستخدم الثلاجة العادية فى حفظ عينات مثل عينات الدم ، والتى يحدث لها تكسير إذا حفظت على درجة حرارة أقل من صفر درجة مئوية، وعينات الحيوانات المنوية ، وعينات البول ، وعينات اللعاب، وكذلك أعقاب السجائر الملوثة ببعض الملوثات الخلوية .

كما تستخدم هذه الثلاجات فى حفظ العديد من الكيماويات والمحاليل، أما المجمد أو الفريزر، فيتم فيه حفظ عينات الشعر والأنسجة والعظام، وإن كان يفضل حفظ العينات الثلاث على درجة حرارة -٨٠ (٨٠ تحت الصفر) .

بعض المحاليل تحفظ على درجة حرارة -٢٠ مثل الفينول ، فى حين أن المخلوط منه مع الكلوروفورم وكحول الأيزوأميل يحفظ على درجة حرارة -٤م تحت طبقة من Tris- Cl بتركيز ١٠٠ ملى مولار ، وعلى درجة حموضة وقلوية تبلغ ٨ فى زجاجة بنية اللون منعًا لتأثير الضوء على الفينول، وكذلك يحفظ حامض الخليك الثلجى على درجة حرارة -٢٠م، كذلك مخلوط النيوكليوتيدات المستخدم فى تفاعل البلمرة المتسلسل، وإنزيم الدنا الحفزى الثابت حراريًا Taq-Polymerase ، كما يحفظ ناتج تفاعل البلمرة المتسلسل PCR- Product على درجة حرارة -٢٠م و إن كان يفضل حفظهما على درجة حرارة -٨٠م ، تحفظ الإنزيمات مثل إنزيم البروتينيز Protinase والليسوزم Lysozyme ... إلخ على درجة حرارة -٢٠م.

٢- ثلاجة - ٨٠م "Refrigerator- 80" :

توجد أحجام مختلفة من هذا النوع من الثلاجات ، بعضها يوجد فى أماكن حفظ الموتى

بالمستشفيات، ويوجد ما هو أصغر حجمًا كالموجود فى معامل البيولوجيا الجزيئية، وبعض من هذه الثلاجات يعمل من خلال أربعة مواتير كتلك الموجودة فى المستشفيات ، أو موتورين كتلك الموجودة فى معامل البيولوجيا الجزيئية، وهى ذات درجة حرارة متماثلة – ٨٠م.

تحفظ فى الثلاجة –٨٠م عينات الشعر والعظام والأنسجة المختلفة، والأعضاء الكاملة وأجزاء الأعضاء، والتى تظل شهورًا بشكل سليم تحت تلك الظروف وربما سنين، وكذلك عينات الحامض النووى وناتج تفاعل البلمرة المتسلسل .





(شكل ٦١) ثلاجات مختلفة فى درجات حرارتها – ٢٠ ، –٨٠ تستخدم داخل معامل تحليل بصمة الحامض النووى ، حيث لكل نوع من العينات البيولوجية و كذلك الكيماويات تحت ظروف حفظ على درجات حرارة مناسبة .

٣- جهاز تعقيم حرارى تحت ضغط Autoclave :

يعتمد هذا الجهاز على تعقيم الزجاجيات كأنابيب الاختبار والدوارق والمخابير، كذلك أنابيب الابندورف البلاستيكية وبعض المحاليل التى لها تأثير بدرجة عالية، أما إذا كانت تتأثر بدرجة الحرارة فتعقم من خلال الترشيح، ويتم التعقيم على درجة حرارة ١٢١ْم تحت ضغط .



(شكل ٦٢) يتم التعقيم داخل جهاز الأوتوكلاف باستخدام درجة حرارة ١٢١ م
تحت ضغط ، مما يجعل الوسائل المستخدمة سواء فى رفع العينات
أو فى التحليل خالية من التلوث .

٤- جهاز الطرد المركزى Centrifuge :

يعتمد جهاز الطرد المركزى على قوة الطرد المركزى فى ترتيب الجسيمات أو الجزيئات الثقيلة فى الوزن الجزيئي، ويبقى الراشح أعلى، وبذلك يمكن الحصول على مركز الخلايا الموجود فى محلول سواء أكان هذا المحلول دماً أو لعاباً أو بولاً ... إلخ.

٥- جهاز الـ Thermal Cycler PCR :

يعتمد جهاز الـ PCR على استخدام برنامج حرارى يتغير من ٩٥م إلى ٥٥م ثم ٧٢م، ويتكرر هذا البرنامج دورات محددة طبقًا لعدد تكرارات التتابع النيوكليوتيدى المراد الحصول عليه... والهدف من استخدام جهاز الـPCR هو إكثار تتابع ما ، ليصل إلى ملايين التكرارات من التتابع.

٦- جهاز فصل الدنا بالهجرة الكهربية Gel- Electrophoresis :

تعتمد أجهزة الفصل بواسطة الهجرة الكهربية على فصل باندات الحامض النووى طبقًا للوزن الجزيئي، حيث تهاجر الباندات الأقل فى الوزن الجزيئى مسافة أكبر من الباندات الأكبر فى الوزن الجزيئى ، وتحدث هجرة الباندات من الحامض النووى بسبب وجود الشحنة السالبة على مجموعة الفوسفات، ولابد من الإشارة إلى أن المحلول المنظم الموجود داخل تانك الجهاز هو نفسه الذى يتم عمل جل بواسطته ، حفاظًا على تناسق هجرة الباندات خلال الجل بواسطة التأثير الكهربى عبر المحلول المنظم، ويتم التحكم فى الجهد الكهربى والتيار الكهربى المستخدمين بواسطة وحدة تغذية كهربية خاصة بالجهاز.







(شكل ٦٣) جهاز الهجرة الكهربية و عملية حقن الحامض النووى على الجل و كيفية ظهور حزم الحامض النووى المفلورة على طبقة الجل تحت الأشعة فوق البنفسجية .

٧- جهاز القياس الطيفى Spectrophotometer :

يعتمد هذا الجهاز على توليد شعاع من الأشعة فوق البنفسجية، حيث تتولد ذبذبة يحس بها الكاشف Detector وهذه الذبذبة تعبر عن قيمة امتصاص (Absorbance) القاعدة الآزوتية للأشعة فوق البنفسجية حيث يتم قياس تركيز الحامض النووى DNA طبقًا للخطوات التالية:

أ- يتم تشغيل الاسبكتروفوتوميتر على لمبة الأشعة فوق البنفسجية لمدة عشرين دقيقة.

ب- يتم وضع ماء بواسطة المايكروبايبت فى كوفيت الكوارتز مع وضع عينة من الماء فى كوفيت أخرى كوارتز من النوعية نفسها .

ج- يتم ضبط الطول الموجى لجهاز الاسبكترو فوتوميتر على ٢٦٠ نانوميتر ثم قراءة قيمة الامتصاص.

د- يتم ضبط الطول الموجى لجهاز الاسبكتروفوتوميتر على ٢٨٠ نانوميتر ثم قراءة قيمة الامتصاص.

يتم حساب تركيز الحامض النووى DNA طبقًا لمعادلة خاصة .

تركيز الدنا (DNA ميكروجرام/ مل) =

الامتصاص × معامل التخفيف × ٥٠ ميكروجرام DNA/مل

الامتصاص ٢٦٠ نانوميتر

يفيد معرفة حساب تركيز الحامض النووى DNA فى تحديد الكمية التى يمكن استخدامها فى تفاعل الـ PCR



(شكل ٦٤) جهاز الاسبكتروفوتوميتر الذى يعمل اتوماتيكيا و الذى يستخدم فى قياس تركيز الحامض النووى .

٨- جهاز تحليل الجل Gel Doucomentation System :

يعمل هذا الجهاز على أخذ صورة للباندات الموجودة على الجل والمفلورة بواسطة الايثيديوم بروميد عند التعرض للأشعة فوق البنفسجية من خلال كاميرا ، حيث يتم نقل الصورة لجهاز

كمبيوتر مزود ببرنامج تحليل للباندات لمقارنة الباندات بالاستعانة بماركر مع حساب تركيز كل باند، واستخدام ذلك فى تحديد درجات القرابة بعد ذلك.



(شكل ٦٥) جهازتحليل حزم الحامض النووى ، الذى يستخدم فى عملية التعرف و التحليل لحزم الحامض النووى .

٩- جهاز ماسح الباندات UV- Transilluminator :

يمثل جهاز ماسح الباندات إحدى وحدات جهاز تحليل الجل، ولكن يفضل وجود الوحدة أيضًا بشكل مستقل لإمكانية الحاجة لاسترجاع الحامض النووى المفصول من الباند ، كما يمكن للعين أن ترى بواسطة نظارة الحماية والواقى الزجاجى حجم الباند وكونها مندمجة أم لا .



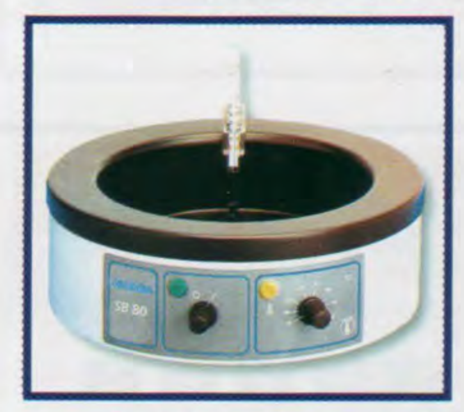
(شكل ٦٦) من خلال ماسح الحزم TransIluminator يمكن رؤية الحزم المفلورة للحامض النووى تحت الأشعة فوق البنفسجية .

١٠- جهاز مجفف الجل Gel Dryer :

يستخدم هذا الجهاز لتجفيف الجل للاحتفاظ به كدليل بعد ذلك، وتعتمد عملية التجفيف على تبخير كمية الرطوبة الموجودة بالجل.

١١- الحمام المائى Water Bath :

وهو عبارة عن نظام حرارى يفضل أن يكون رقميا Digital ، حيث تحتاج فى إحدى أو أكثر من خطوات العزل للحامض النووى فى بعض الطرق لبعض العينات إلى معاملة حرارية ثابتة وغير مباشرة لفترة زمنية محدودة، ولذلك توضع العينات فى صندوق الماء فى جهاز الحمام المائي، ويتم ضبط درجة الحرارة والزمن رقميًا، ويلاحظ أن العينات لا توضع إلا بعد أن تصل درجة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة، ،حينئذ يتم تشغيل عداد الوقت .



(شكل ٦٧) نموذج لحمام مائى يستخدم فى بعض مراحل عزل الحامض النووى .

١٢- جهاز مقياس درجات الحموضة والقلوية pH.METER :

المقصود بدرجة الحموضة والقلوية pH اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين، ولكل محلول درجة pH محددة، ويستخدم جهاز قياس الـ pH فى تحديد هذه الدرجة، والأجهزة الحديثة من أجهزة قياس الـ pH تكون رقمية، ومن المهم قبل قياس درجة الـ pH لمحلول ما قياس درجة الـ pH لعينة ماء فإذا وجدت مابين (٦,٨ - ٧) فهذا يعطى دليلاً على أن الـ pH مضبوط ولا يوجد به خلل، ويمكن معايرة جهاز مقياس درجة الـ pH بواسطة حامض قوى أو قلوى قوى .



(شكل ٦٨) نموذج لجهاز مقياس الحموضة القلوية pH.Meter والذى يستخدم لقياس حموضة وقلوية المحاليل الكيماوية المستخدمة فى عمليات عزل الحامض النووى .

١٣- ميزان رقمى :

يستخدم هذا الميزان فى وزن كميات المواد الكيميائية المستخدمة فى تحضير المحاليل المستخدمة فى مراحل مختلفة من تحاليل البصمة الوراثية ، ويكون تدريج هذا الميزان بالملجم حتى الجرام ، وذلك لصغر الأوزان المستخدمة فى تحضير المحاليل .



(شكل ٦٩) نموذج لميزان رقمى يمكن استخدامه فى الأوزان الصغيرة جدا .

١٤- جهاز تقطير الماء :

يستخدم هذا الجهاز لإنتاج الماء المقطر وهو ماء عادى يدخل فى دورة داخل الجهاز ، حيث يتم نزع الأيونات الذاتية فى الماء ، وتوجد أجيال عديدة من هذه الأجهزة ، ولكن الأجيال الحديثة رقمية وعالية الجودة ، ويستخدم الماء المقطر فى تحضير المحاليل المختلفة .

١٥- جهاز الميكروويف Microwave :

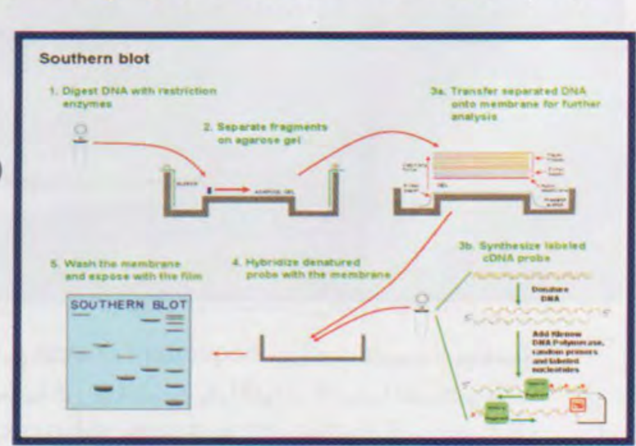
هذا الجهاز عبارة عن فرن طبخ للمحاليل يعمل بواسطة الموجات القصيرة، والهدف منه عمل طبخ للجل عند تحضيره، وكذلك يمكن استخدامه فى عمل أى عملية طبخ لأى محاليل تحتاج إلى ذلك.



(شكل ٧٠) فرن ميكروويف يستخدم فى طبخ المحاليل الكيميائية التى تستخدم فى الهجرة الكهربية للحامض النووى .

١٦- جهاز الساذر:

جهاز يستخدم فى عملية الكشف عن قطع الدنا بواسطة استخدام منقبات مصنعة خصيصًا لأجل ذلك، وهو عبارة عن فلتر من النيتروسليلوز تنقل عليه العينات من الدنا، ويوضع عليها المنقب، ثم تدرس عملية التكامل بين المنقب وقطع الدنا الوراثى .



(شكل ٧١) تكنيك الساذر و الذى يهدف إلى التعرف على حزم الحامض النووى من خلال منقب .

١٧ - جهاز راسم التتابعات Sequencer :

يستخدم جهاز راسم التتابعات فى قراءة وتحديد التتابعات المختلفة من القواعد الآزوتية، والجيل القديم من هذه الأجهزة يعمل يدويًا، ويحتاج لدقة متناهية ونسبة الخطأ فيه كبيرة ، أما الجيل الحديث فهو شبه أتوماتيك، وهو عبارة عن وحدة لتبخير الجل منفصلة، ثم يتم نقل الجل وعليه الباندات إلى مكان فى وحدة القراءة، حيث يخرج شعاع ليزر يصطدم بالقاعدة الآزوتية فيقرأها فى شكل صبغة لها لون، وبما أن كثافة الصبغة عبر الدنا تكون مختلفة، لذا تقوم وحدة الفلوروميتر بتحويل ذلك إلى قمة Beak مع تحليل هذه البيانات من خلال برنامج على جهاز كمبيوتر، وتخرج فى النهاية القواعد الآزوتية مطبوعة على ورق .



(شكل ٧٢) يعتبر جهاز راسم التتابعات Sequencer من أحدث الأجهزة المستخدمة فى مجال البصمة الوراثية ، حيث يقرأ القواعد الآزوتية للنيوكليوتيدات من خلال أشعة ليزر و يعطى النتيجة مطبوعة ورقيا .

الكيماويات وطرق الفصل :

لن نعرض فى كتابنا هذا لبروتوكولات الفصل ، أو ذكر المواد الكيماوية المستخدمة فى هذا المجال ، بداية من عزل الحامض النووى حتى قراءة سلسلة التتابعات بواسطة جهاز راسم التتابعات، ومن يريد الاستزادة فى ذلك ومعرفة التكنيكات المستخدمة بالتفصيل عليه الرجوع للجزء الثانى أو الموقع الإلكترونى، والذى يتعرض لذكر كافة البروتوكولات وكافة المواد المستخدمة وكيفية تحضير المواد والمحاليل... إلخ.

ولكننا سنعرض فى هذا الجزء إلى الأساس العلمى لكل طريقة واستخدامها، وبالنسبة لعزل الحامض النووى – والذى يمثل الخطوة الأولى فى التعامل مع العينات البيولوجية – يجب الإشارة إلى أن ما يهمنا فى عملية العزل هو الحصول على حامض نووى (DNA) غير مشوه أى لم يحدث به خلل "Not Damaged"، ولكى تتم عملية عزل الحامض النووى نستخدم العديد من المحاليل الكيميائية، وكل محلول كيميائى يستخدم له وظيفة وله هدف كما يلى:

١- بعض المحاليل الكيميائية تستخدم لعمل تحليل للغشاء البلازمى للخلية، وبالتالى تتيح خروج مكونات الخلية للوسط، مما يسهل التعامل معها، وتعرف هذه المحاليل بمحاليل التكسير الخلوى المتخصصة Cell Lysis Buffer، وتحتوى – فى الغالب – هذه المحاليل على مركب Tris– Cl، ومركابتو ايثانول ، ولهذه المحاليل تركيزات محددة، كما أن لكل مكون فيها تركيزاً محدداً .

٢- محاليل مرسبة للبروتين، سواء أكان هذا البروتين مرتبطًا مع الحامض النووى أم من نواتج تكسير الخلية من السيتوبلازم، وقد تكون هذه المحاليل مواد كيميائية مثل أسيتات الصوديوم أو الفينول ، وإن كان التعامل مع الفينول يحتاج إلى حذر حيث إنه من العوامل المسرطنة ، ومن المرسبات الأخرى للبروتين استخدام بعض الإنزيمات مثل البروتينيز والذى يقوم بتكسير البروتين، حيث يتم الترسيب بعد ذلك بواسطة الطرد المركزى .

٣- محاليل للشوائب الأخرى المصاحبة للحامض النووى نتيجة حدوث التكسير، بما فيها الكربوهيدرات والليبيدات .

٤- محاليل مرسبة للحامض النووى ، ومن أمثلتها كحول الإيثانول المطلق، كحول

الأيزوبروبانول المطلق، وبعد إضافة أى منهما يتم الطرد المركزى لسرعات تصل إلى ١٠,٠٠٠ لفة فى الدقيقة، حيث يرسب الحامض النووى DNA أسفل، وباقى الراشح أعلى ويتم التخلص من الراشح .

٥- محاليل غسيل للحامض النووي، وهى عبارة عن كحول الإيثانول المخفف ٧٠٪ ، أى ٧٠مل من كحول الإيثانول المطلق مخلوطين مع ٣٠مل ماء مقطر، ويستخدم هذا الكحول المخفف فى غسيل الراسب من الحامض النووى .

٦- محاليل لإذابة الحامض النووى ، ويمثلها فى هذا الشأن محلول Tris- EDTA، حيث يذاب الراسب من الحامض النووى فى حجم من محلول الإذابة ٥٠ ميكرولتر .

٧- تحتاج بعض الخلايا لمحاليل تكسير خاصة مثل كرات الدم الحمراء، حيث يتم تكسير كرات الدم الحمراء مع عدم التأثير على كرات الدم البيضاء والتى تمثل مصدر الحامض النووى حينئذٍ، حيث يتم تكسيرها وعزل الحامض النووى منها بعد ذلك .

٨- تحتوى خلايا الشعر وخلايا الأظلاف على كمية من الكيراتين مصاحبة لها، لذا تحتوى محاليل الفصل على إنزيم الكيراتينيز لتكسير الكيراتين ثم ترسيبه كبروتين والتخلص منه .

٩- يتم طحن العظام والشعر والأظلاف وكذلك الأنسجة بواسطة النيتروجين السائل المبرد، حيث يتم تحويلها إلى مسحوق (Powder)، ثم تجرى عملية الفصل بعد ذلك، ويراعى الحذر عند استخدام النيتروجين السائل المبرد، حتى لا ينسكب على اليد، أو على أحد الأصابع.

١٠- يتم إذابة الدم المتجلط وكذلك الدم الجاف فى محلول منظم حتى تتم الإذابة تمامًا، ثم تتم عملية الفصل.

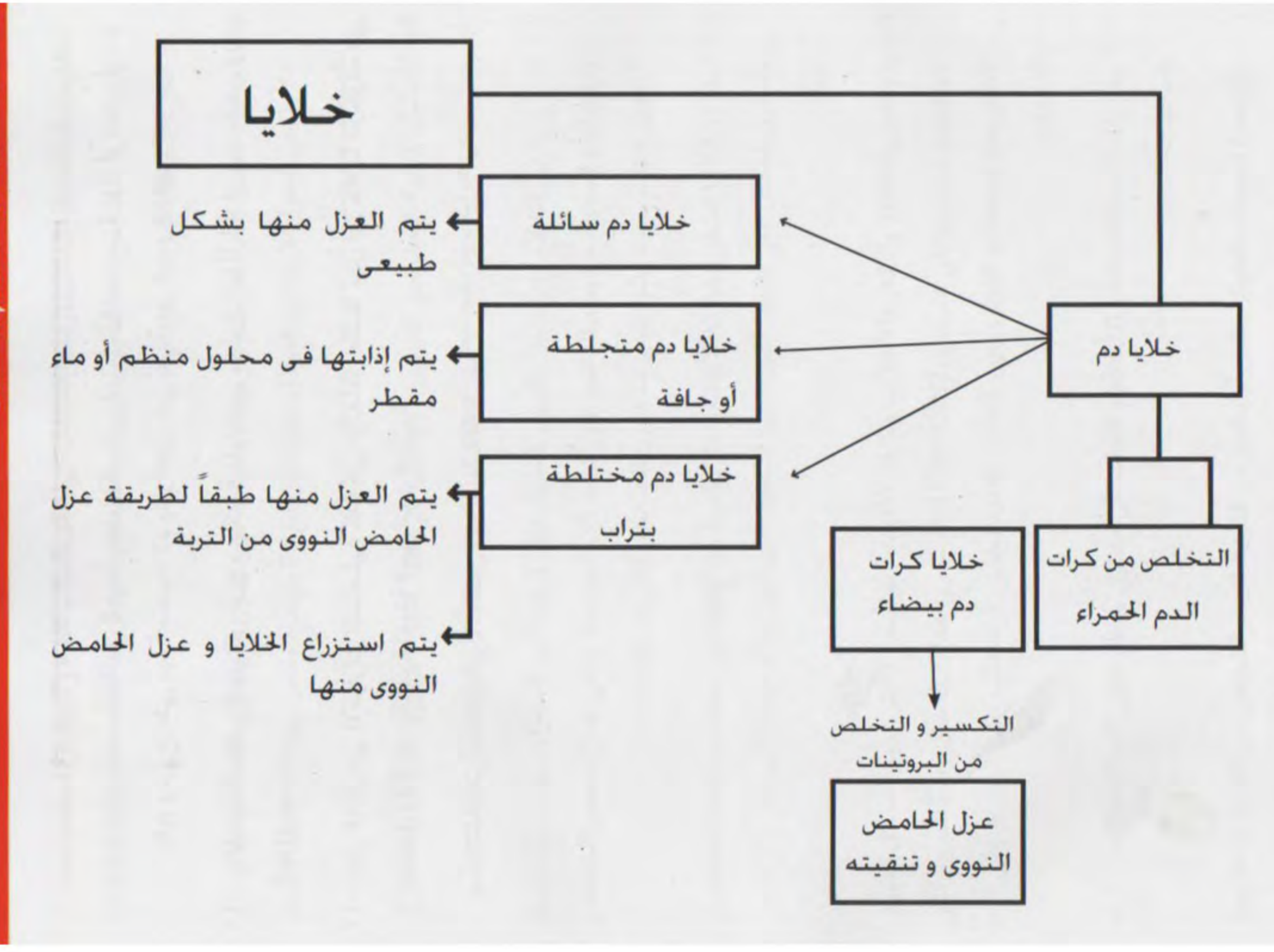
١١- بالنسبة للعينات الملوثة بقليل أو بكثير من التربة، لا يتم التخلص من التربة المخلوطة معها، حيث تحتوى حبيبات التربة على خلايا ملتصقة بها، ولذا يفضل استخدام طرق عزل الحامض النووى من التربة مباشرة Isolation of DNA from Soil ، أو

تجرى طريقة استزراع الخلايا البشرية على بيئات خاصة، وإن كان ذلك مكلفًا، وفى هذه الحالة يتم أخذ مسحة من العينة مخلوطة بالتربة سواء أكانت عينة بول أو لعاب أو دم ... إلخ وتزرع على بيئة مغذية، ثم يتم العزل من عينة من النمو الخلوى الموجود .

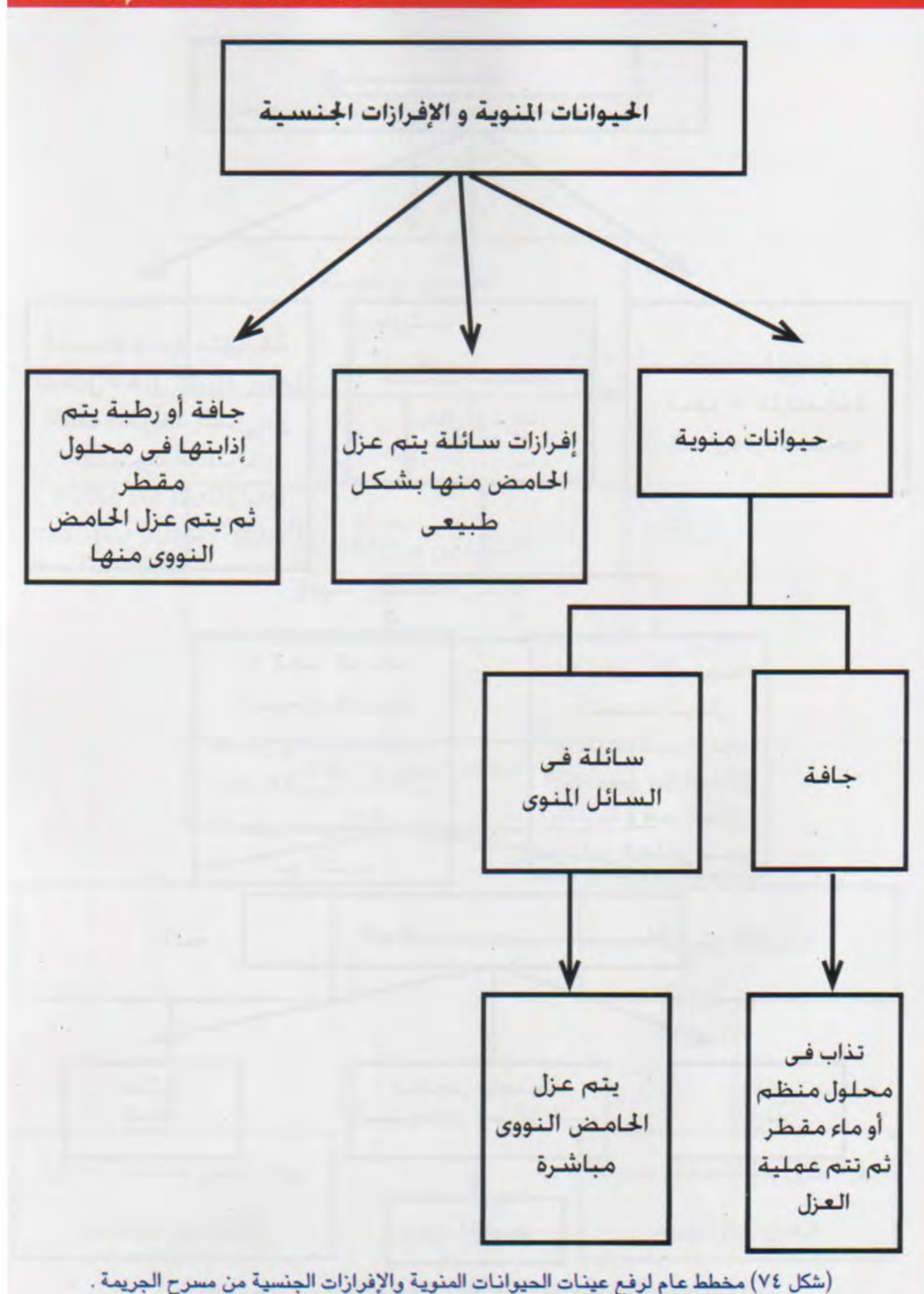
١٢- بالنسبة لأعقاب السجائر، ترج مع كمية قليلة من محلول الـ (TE) أو ماء مقطر، ويتم العزل بعد ذلك .

١٣- يتم العزل من الإفرازات التناسلية كما هي، وتعامل مثلها مثل أى خلايا موجودة فى محلول ، وكذلك بالنسبة لعينة الحيوانات المنوية .

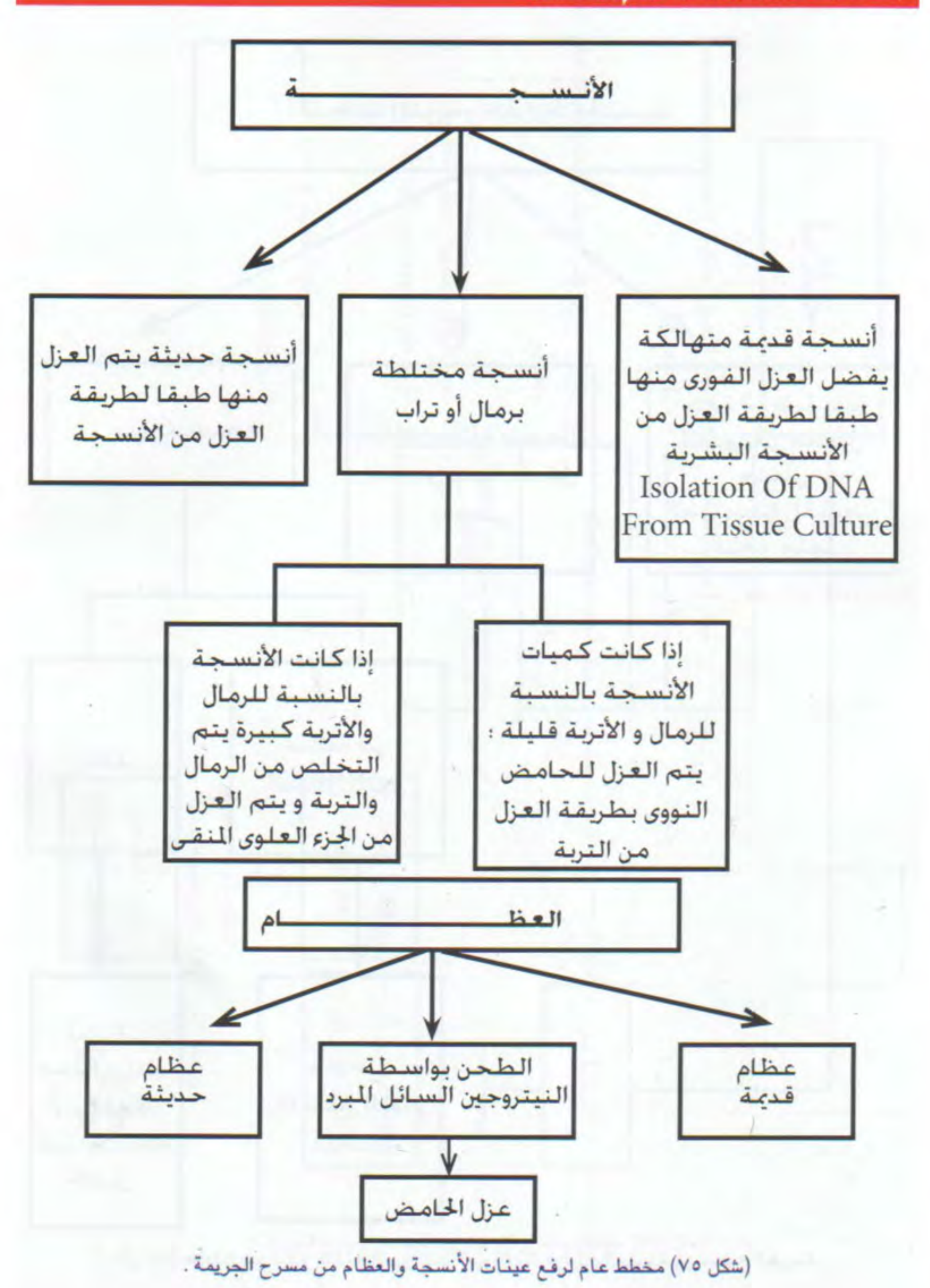
يمكن تلخيص ما سبق فى الأشكال التخطيطية التالية .



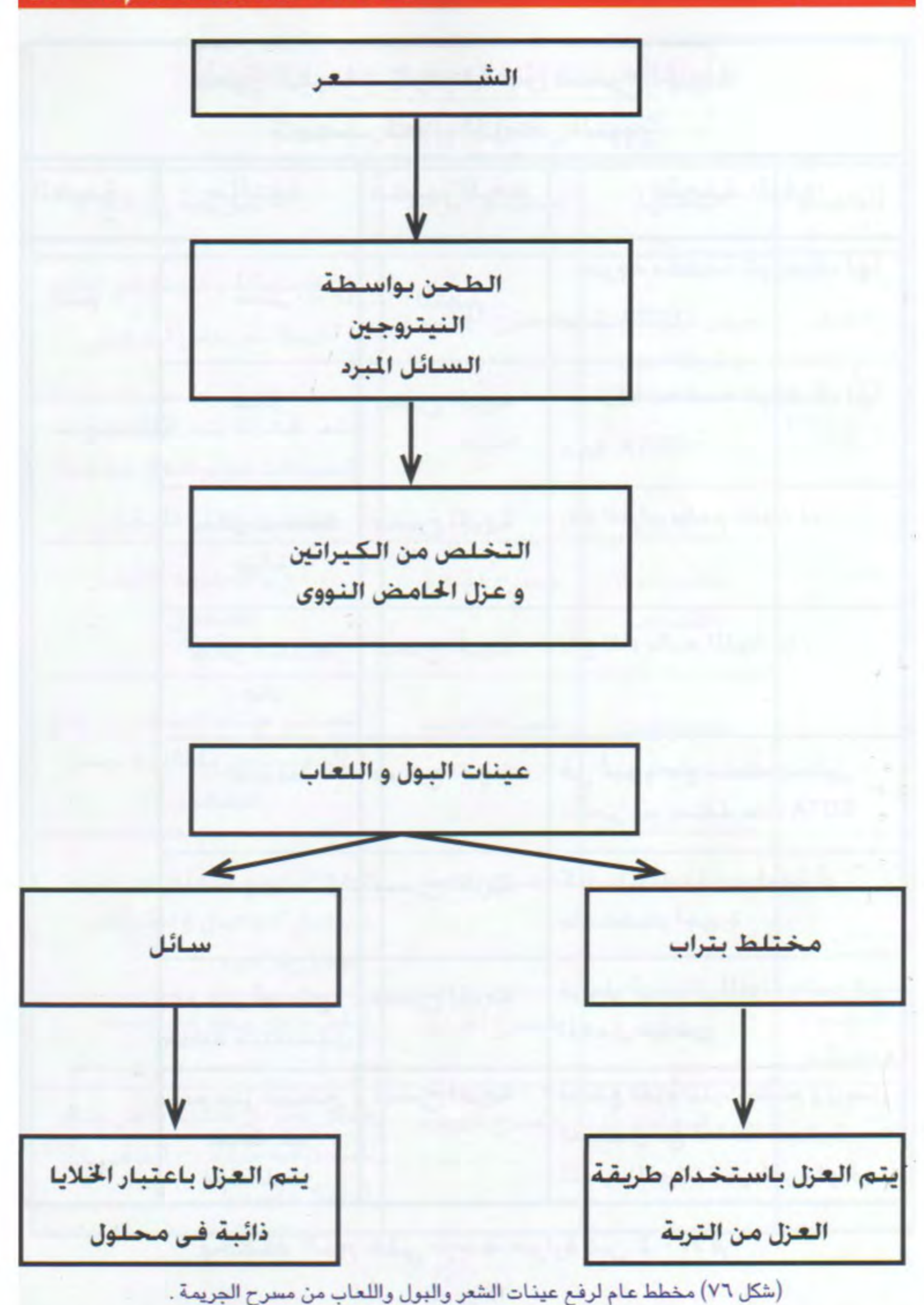
(شكل ٧٣) مخطط عام لرفع عينات الدم من مسرح الجريمة .



(شكل ٧٤) مخطط عام لرفع عينات الحيوانات المنوية والإفرازات الجنسية من مسرح الجريمة .



(شكل ٧٥) مخطط عام لرفع عينات الأنسجة والعظام من مسرح الجريمة .



(شكل ٧٦) مخطط عام لرفع عينات الشعر والبول واللعاب من مسرح الجريمة .

جدول العينات المرفوعة من مسرح الجريمة كمصدر لعزل الحامض النووى			
العينة	حالتها	مصدر الرفع	طريقة الرفع
الدم	سائل	المتهم	سرنجة معقمة ثم تضاف لها مادة EDTA .
	سائل	مسرح الجريمة	سرنجة معقمة ثم تضاف لها مادة EDTA .
	سائل مختلط بتراب	مسرح الجريمة	رفع التراب بالدم الملوث له .
	سائل مختلط بماء	مسرح الجريمة	رفع الماء بالدم الملوث له .
	متجلط	مسرح الجريمة	فى أنبوبة مع خلطه بمحلول ملحى ثم إضافة مادة EDTA .
	جاف	مسرح الجريمة	كشطه بوسائل نظيفة أو باستخدام أجهزة .
	دم على أسطح صلبة قابلةللنقل	مسرح الجريمة	ترسل الوسائل الملوثة بالدم إلى المعمل مباشرة .
	دم على أسطح صلبة غير قابلةللنقل	مسرح الجريمة	يقطع الجزء الملوث بالدم و يرسل للمعمل مع قطعة مساوية للجزء الملوث تكون غير ملوثة .

يحفظ الدم على درجة حرارة من ٤ - ٨ مْ

(جدول ٤)

جدول العينات المرفوعة من مسرح الجريمة كمصدر لعزل الحامض النووى			
العينة	**حالتها**	**مصدر الرفع**	**طريقة الرفع**
الشعر	شعر غير ملوث بأشياء أخرى	مسرح الجريمة	ترفع بملقاط و توضع فى وعاء الحفظ ثم تنقل للمعمل .
	شعر	متهم	عشر شعرات يتم اقتلاعهن من البصيلات ثم يوضعن فى وعاء حفظ و يرسلن للمعمل .
	شعر ملوث بالأنسجة	مسرح الجريمة	يرفع بالأنسجة و يرسل للمعمل .
	شعر ملوث بالدم	مسرح الجريمة	تسحب عينات الشعر من بقع الدم بحرص بملقاط و ترسل للمعمل .
	خصلة شعر	مسرح الجريمة	ترفع الخصلة كاملة دون تجزئة و ترسل للمعمل و يمكن فى المعمل تجزئتها .
الأنسجة و العظام	حديثة	مسرح الجريمة	تنقل داخل وعاء على درجة حرارة -٢٠م .
	قديمة	مسرح الجريمة	تنقل بحرص شديد داخل وعاء تحت درجة حرارة - ٢٠ م فى أوعية خاصة .

(جدول ٥)

جدول العينات المرفوعة من مسرح الجريمة كمصدر لعزل الحامض النووى			
العينة	حالتها	مصدر الرفع	طريقة الرفع
السائل المنوى		ذكر	باستخدام جهاز تجميع السائل المنوى من الذكر .
		مهبل الأنثى	بواسطة إبرة ماسحة أو جهاز خاص .
		ملاءات و فرش	بواسطة إبرة ماسحة أو جهاز خاص .
		ملابس داخلية	بواسطة إبرة ماسحة .
المسحات الجسمية	مسحة شفوية	شخص	تؤخذ من الشفاه بواسطة إبرة ماسحة أو جهاز خاص .
	مسحة من الصدر أو الأرداف أو الفخذين	شخص	باستخدام إبر ماسحة (طقم ماسح) .

(جدول ٦)

جدول العينات المرفوعة من مسرح الجريمة كمصدر لعزل الحامض النووى			
العينة	**حالتها**	**مصدر الرفع**	**طريقة الرفع**
بول	بول فى فتحة التواليت	مسرح الجريمة	يرفع البول مع جزء من المياه .
	بول سائل على قطعة ملابس	مسرح الجريمة	تقطع القطعة الملوثة بالبول وترسل للمعمل .
	بول مختلط بالتربة	مسرح الجريمة	ينقل جزء التربة الملوث بالبول ويرسل للمعمل .
براز	أجزاء براز ملتصقة بجدران التواليت	مسرح الجريمة	ترفع العينات و ترسل إلى المعمل بواسطة إبر تجميع العينات .
	كمية براز كبيرة	مسرح الجريمة	ترفع بواسطة طبق تجميع البراز و هو يتكون من حافتين يغلق ويرسل إلى المعمل .
اللعاب	لعاب على سيجار	مسرح الجريمة	ينقل السيجار بواسطة ملقاط و يرسل إلى المعمل .
	لعاب على متبقيات أطعمة	مسرح الجريمة	ترفع الأطعمة و ترسل إلى المعمل .
	لعاب فى شكل بصاق فموى	مسرح الجريمة	يرفع البصاق و يرسل إلى المعمل فى طبق رفع العينات .

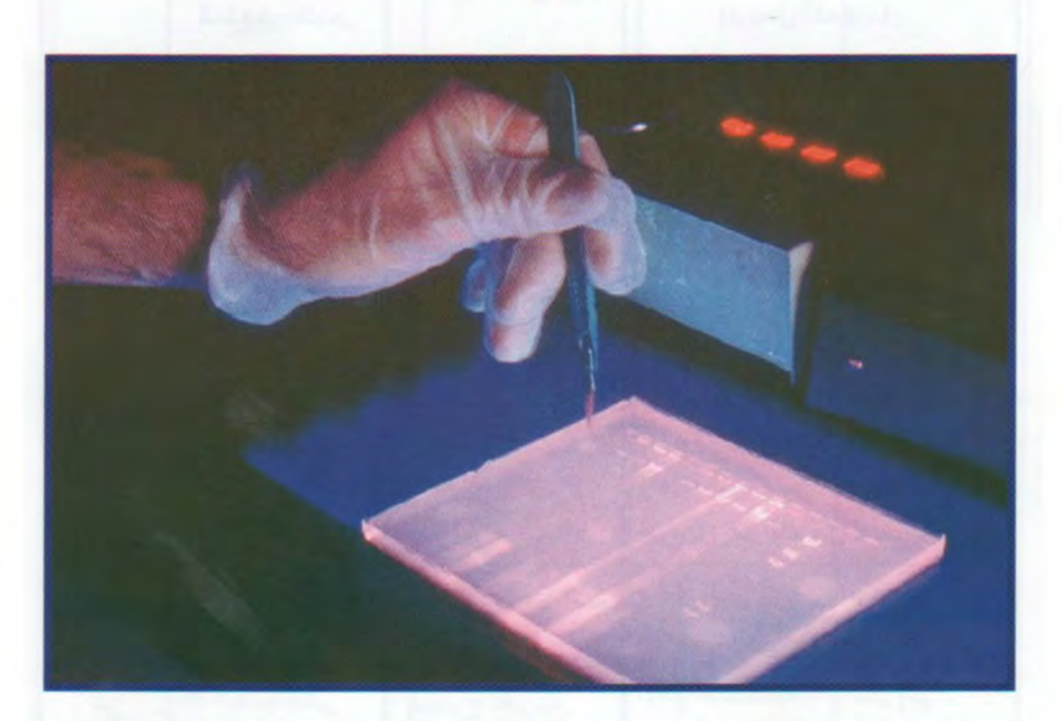
(جدول ٧)

الحزم والتتابعات الدالة :

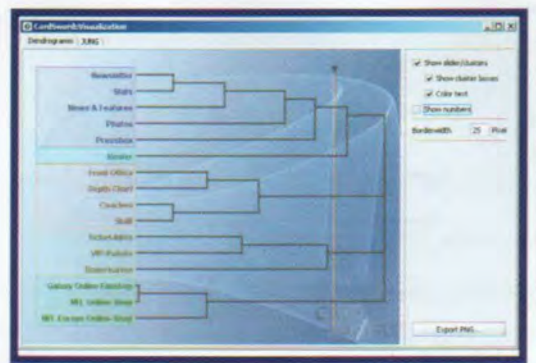
تظهر النتائج النهائية لتحاليل البصمة الوراثية فى أشكال مختلفة ولكل شكل طريقته فى إظهار النتائج ، ومن هذه الأشكال ما يلى :

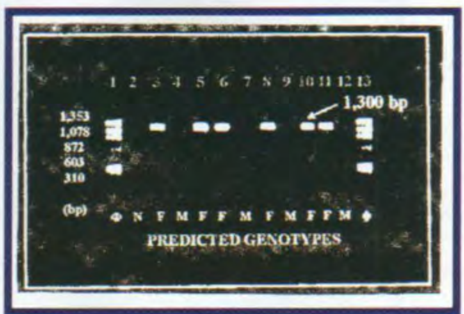
أ - حزم الدنا المصورة على ورق حرارى :

تمثل هذه الحزم صورة لحزم الدنا التى حدث لها هجرة كهربية بواسطة تقنية الهجرة الكهربية ، بعد تقطيع الدنا المعزول من العينات البيولوجية بواسطة إنزيمات القطع ، حيث يتم تحليل هذه الحزم بواسطة برنامج حاسوبى لتحديد درجات القرابة .



(شكل ٧٧) حزم حامض نووى تظهر على الجل كما فى الشكل الأول ، و مصورة على ورق حرارى خاص كما فى الشكل الثانى ، حيث تخرج نتيجة تحديد درجة القرابة فى شكل خريطة تعبر عن درجات القرابة بين مجموعة من الأفراد ، ويتم التصوير بهذا الورق باستخدام كاميرا تعرف بكاميرا البولارويد ، أو باستخدام كاميرا موصلة بجهاز تحليل الجل .







(شكل ٧٨) تعتبر الأفلام التى تظهر عليها حزم الحامض النووى و كذلك شجرة القرابة من الوثائق المميزة فى قضايا بصمة الحامض النووى .

ب- أفلام الأشعة السينية :

فى تقنية الـ RFLP يتم نقل الحزم الدناوية المهجنة بالمنقب المعلم على غشاء من النايلون أو النيتروسليلوز، ثم يتم غسيل هذه الأغشية لإزالة المنقبات غير المرتبطة مع حزم الدنا المفصولة على الأغشية، ثم يتم تصوير هذه الأغشية بواسطة الأشعة السينية، حيث تظهر أماكن التكامل بين المنقبات محددة التتابع سلفًا، حيث إنها مخلقة معمليًا فى شكل نقاط سوداء (Black Dots)، ويمثل هذا الفيلم دليلاً نهائياً من الناحية البيولوجية والجنائية، ويتم إدخال هذا الفيلم بواسطة سحبه بواسطة الماسح Scanner على حاسب مزود ببرنامج لتحليل النقاط الناتجة، واستخلاص النتائج مع إيضاح مصدر الحزمة من الدنا.



(شكل ٧٩) أحد نماذج لتصوير الحامض النووى بواسطة الأشعة السينية والفيلم الدال على ذلك .

جـ - غشاء التهجين:

تشيع هذه الطريقة فى استخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل حيث يتم حقن عينات من ناتج تفاعل البلمرة المتسلسل على غشاء من النايلون ، ثم يتم إضافة المنقب للمخلوط، ثم يوضع فى محلول كيميائى يمثل مخلوط صبغات كيميائية ، ويتم إظهار عدد الصبغات الكيميائية بنقل الغشاء فى محلول إظهار، حيث يظهر لون بنفسجى يعبر عن التكامل بين حزمة الدنا DNA والمنقب.

د - التسلسلات المقروءة:

تخرج هذه التسلسلات المقروءة فى شكل مطبوع يوضح التتابعات المميزة لقطعة ما من قطع الدنا DNA، ويتم ذلك باستخدام جهاز راسم التتابعات (DNA Sequencer)، حيث يتم تجهيز جل بواسطة وحدة تجهيز الجل (Gel- Preparation Unit) ، حيث ينقل الجل المجهز من وحدة تجهيز الجل إلى مكان تثبيت الجل فى وحدة القراءة مع وجود أربع صبغات يمكن أن تصطبغ بها القواعد الآزوتية الأربع، مع ملاحظة أن كل قاعدة تصطبغ بصبغة واحدة وواحدة فقط فإذا قلنا :

* الأدنين	الأحمر
* الجوانين	الأزرق

* السيتوزين الأصفر

* الثايمين الأسود

تحدث القراءة بخروج شعاع ليزر من وحدة التوليد الليزرى حيث يصطدم الشعاع بإحدى القواعد الآزوتية الأربع السابقة، ويظهر لون يدل على هذه القاعدة بواسطة وحدة الفلوروميتر، وتتحول هذه الألوان فى النهاية فى شكل تسلسل من الحروف الوراثية، يخرج بشكل مطبوع من الطابعة وعليه التسلسلات الدالة على التتابع محل الدراسة.



(شكل ٨٠) نموذج للوح الورقى المطبوع عليه التتابعات المقروءة بواسطة جهاز قارئ للتتابعات Sequencer .

احتمالية الخطأ فى المعمل Lab Errors :

كما تعرضنا للأخطاء المحتمل وقوعها فى نقل العينات من مسرح الجريمة إلى المعمل، سنتعرض للأخطاء المحتمل وقوعها من لحظة دخول العينات إلى المعمل، وتأثير ذلك على النتيجة النهائية للتحليل.

١- تخزين العينات فى ظروف لا تناسبها :

لكل عينة كما سبق ظروف تخزين معينة، فبعض العينات تحفظ فى درجة الحرارة العادية، وبعضها يحفظ فى الثلاجة، وبعضها يحفظ فى الفريزر، وبعضها يحفظ فى درجة -٨٠م،

وكذلك بالنسبة للمحاليل الكيميائية المستخدمة، فلكلٍ درجة حفظ تناسبه، وأى إخلال بظروف الحفظ تلك يؤدى إلى إخلال بالعينة أو المحلول الكيميائى المستخدم، ويقود ذلك إلى نتائج غير حقيقية.

٢- عدم نقاوة المحاليل الكيميائية المستخدمة:

توجد درجة نقاوة للمحاليل الكيميائية المستخدمة فى تحاليل البصمة الوراثية، وتعرف هذه الدرجة باسم درجة البيولوجيا الجزيئية (Molecular Biology Grade) ، وإذا استخدمت محاليل كيميائية ليست نقية بهذه الدرجة فإن ذلك يؤدى لعدم الحصول على نتائج جيدة، وربما نتائج مغايرة ، ومثالاً على ذلك فإن أسيتات الصوديوم المستخدمة فى ترسيب البروتين من الدرجات العادية للنقاوة (Normal Purity) تؤدى إلى ترسيبات غير كاملة للبروتين، فى حين أن استخدام أسيتات صوديوم من درجة البيولوجيا الجزيئية تؤدى إلى ترسيب كامل للبروتين، ولذلك توجد شركات متخصصة فى إنتاج وتسويق مثل هذه الكيماويات، بخاصة الإنزيمات التى تحتاج لدرجات عالية من النقاوة كإنزيمات القطع، والإنزيمات المستخدمة فى تفاعل البلمرة المتسلسل، وإنزيمات ترسيب البروتين، وإنزيم ترسيب الرنا الوراثى (RNase).

٣- الأخطاء الجهازية Devices Errors :

المقصود بالأخطاء الجهازية الأخطاء التى ترجع إلى الأجهزة نتيجة لعدم التأكد من الدقة الوظيفية للجهاز من خلال معايرته قياسيًا لمعرفة مدى الدقة له، ومن أمثلة ذلك ما يلي:

أ - عدم دقة جهاز الطرد المركزى :

ترجع عدم دقة الجهاز فى هذه الحالة إلى احتمالات عديدة منها:

* وجود عيب فى بوردة التحكم للجهاز تجعل قرص الدوران يدور بالسرعة نفسها المعطاة له وهذا يقلل من كفاءة الترسيب.

* وجود خلل فى برنامج التشغيل فى أجهزة الطرد المركزى التى تعمل من خلال برنامج تشغيل Software .

* وجود خلل فى برنامج التبريد بالنسبة لأجهزة الطرد المركزى التى تعمل من خلال برنامج تبريد .

ب - عدم دقة وحدة الساذر بلوت:

كما سبق أن ذكرنا أن وحدة الساذر بلوت تهدف إلى نقل حزم الدنا الوراثى على غشاء من النايلون، ثم إجراء التهجين بواسطة منقبات، والتصوير بعد ذلك بواسطة الأشعة السينية.

تتم عملية نقل الحزم الدناوية من على الجل لغشاء النايلون عن طريق النقل الكهربى فى محلول منظم، وأى خلل فى الأقطاب الكهربية المستخدمة يؤدى لعدم إتمام عملية النقل بكفاءة، كذلك أى خلل فى وحدة القوى والتى تعطى جهداً وتياراً مناسبين لعملية النقل يؤدى لنتائج غير دقيقة.

جـ- عدم دقة جهاز الأشعة السينية :

يستخدم جهاز الأشعة السينية فى تصوير الحزم المنقولة على غشاء النايلون، وهذا يمكن أن يؤدى إلى عدم ظهور النقاط السوداء الدالة على حدوث التهجين بين المنقب وبين قطعة الدنا، أو يؤدى إلى ظهور نقاط سوداء لا تعبر فى الحقيقة عن أى تهجينات، وإنما تعبر فقط عن اختلال فى جهاز التصوير.

د - عدم دقة جهاز الـ PCR :

جهاز الـPCR عبارة عن جهاز يعتمد على نظام حرارى قابل للتغيير على ثلاث مراحل:

* درجة فك اللولب Denaturation Temperature وتكون على ٩٥°م ، ويحدث فيها كسر للروابط الهيدروجينية وتحويل شريط الدنا DNA من شريط مزدوج إلى شريطين مفردين.

* درجة الامتداد البنائي: وتكون على درجة ٧٢°م ويحدث فيها بناء السلسلة المكملة الكاملة على امتداد البادئ وباستخدام القواعد الآزوتية وبواسطة إنزيم البلمرة الحفزية

الثابت حراريًا (Taq) . إن أى اختلال فى دوائر التحكم الكهربية فى النظام الحرارى يجعل هذه الدرجات السابقة غير مضبوطة، وبالتالى يؤدى إلى خلل فى عمليات مضاعفة وإكثار قطع الدنا DNA- Fragments .

هـ- خلل فى جهاز التقطير المائى :

نتيجة وجود خلل فى الدوائر الكهربية المتحكمة فى عملية التقطير أو خلل فى نظام التقطير ذاته، وهذا يؤدى إلى استخدام مياه بها أملاح يمكن أن تؤثر على عمليات عزل الأحماض النووية.

و - عدم دقة جهاز راسم التتابعات:

كما سبق أن ذكرنا أن جهاز راسم التتابعات يعتمد على شعاع ليزر يصطدم بالقاعدة الآزوتية فيقرأها فى صورة لون، ويترجم هذا اللون بشكل كتابى بعد ذلك ليعبر عن قاعدة آزوتية قد تكون الأدنين ، أو الجوانين ، أو السيتوزين أو الثايمين.

يؤدى الخلل فى توجيه شعاع الليزر بزاوية معينة إلى احتمالية عدم قراءة قواعد معينة، وهذا يؤدى إلى ترتيب غير حقيقى من القواعد الآزوتية لا يعبر عن التسلسل الخاص بقطعة الدنا .

ز - خلل فى جهاز تحليل الجل :

ويؤدى ذلك إلى إمكانية إظهار مناطق على أنها حزم من الدنا، وإهمال حزم أخرى، وأيضًا حدوث أخطاء فى بعض التحاليل البرامجية التى تتم على الحزم الظاهرة فى الصورة المنقولة بواسطة الكاميرا على وحدة الحاسب المزود ببرنامج تحليل الجل.

٤- أخطاء عشوائية :

تحدث هذه الأخطاء عشوائيًا فى الغالب وهى ليست مقصودة، وفى الغالب تتركز على انقطاع الكهرباء عن أجهزة التخزين بخاصة لفترة طويلة ، مما يؤدى إلى إتلاف العينات وتكسير فى سلاسل الحامض النووى المعزول، كما يمكن أن تؤدى إلى أخطاء فى نتائج بعض

الأجهزة كجهاز راسم التتابعات، حيث إن انقطاع التيار الكهربائى ثم وصوله، يؤدى إلى عدم الإحساس ببعض القواعد لحظة عودة الجهاز إلى وضع التشغيل، والأخطر من ذلك هو احتمالية تلف دوائر التحكم فى الأجهزة من تكرارية انقطاع وتوصيل التيار الكهربائي، ومعظم هذه الأجهزة تكون مرتفعة السعر.

٥- أخطاء الخبير:

يشترط فى الفرد الخبير القائم بتحليل البصمة الوراثية أن تتوافر فيه بعض المواصفات طبقًا للتوصيف فى المعامل المرجعية الدولية كما يلي:

١- الحصول على درجة علمية متخصصة فى المجال.

٢- توافر خبرات علمية تراكمية.

٣- نشر أبحاث فى المجال نفسه.

٤- الأمانة العلمية والدقة.

٥- العمل كمساعد خبير أو عضو هيئة بحثية فى المجال نفسه لفترة ما.

٦- لديه خبرة فى لجان التحكيم العلمي.

٧- لديه الخبرة فى كتابة التقرير العلمي.

٨- لديه خبرة عالية فى التعامل مع الأجهزة.

ومن الأخطاء التى تحدث بواسطة الخبير ما يلى:

١- عدم دقة النتائج المعطاة بواسطة الأجهزة لعدم الخبرة فى التعامل مع هذه الأجهزة مثل:

* جهاز الساذر

* جهاز الـ PCR

* جهاز الأشعة السينية

* جهاز راسم التتابعات.

وتعتمد الخبرة بالأجهزة الإلمام بالنواحى التالية :

* الأساس العلمى لعمل الجهاز.

* طرق معايرة الجهاز وضبطه .

* الإلمام بنواحى الخطأ فى الجهاز.

* الإلمام ببرامج التشغيل للأجهزة التى تعتمد على برنامج تشغيل .

٢– عدم الدقة لحدوث أخطاء فى تركيزات المحاليل أو تحضير محلول درجة الحموضة والقلوية له مختلفة أو استخدام محاليل كيميائية غير نقية .

٣– أخطاء لعدم وجود خبرة زمنية كافية فى إجراء التحاليل .

ومن أمثلة ذلك بعض المشاكل التالية :

* سريان التيار الكهربى عكس الاتجاه المراد فى تانك الهجرة الكهربية المملوء بالمحلول المنظم TBE أو TAE، وهذا يعرض الحزم الدناوية للخروج من الجل والوقوع فى المحلول .

تنشأ هذه المشكلة نتيجة وضع الجل فى وضع غير صحيح داخل وحدة الهجرة الكهربية بحيث يكون مسار هجرة الحزم داخل عيون الجل للأمام وليس للخلف، ويتم حل هذه المشكلة من خلال عكس الأقطاب مما يصحح من مسار الهجرة .



الفصل السادس
بصمة الحامض
النووى ..
التطبيق
والاستخدام
منتدى إقرأ الثقافي
www.iqra.ahlamontada.com
للكتب (كوردى ,عربي ,فارسي)

تقدم بصمة الحامض النووى الأدلة البيولوجية القاطعة على تحديد هوية الجناة والقطع بحدوث اغتصاب من عدمه ، وتحديد هوية السارق ، وكذلك المركبات المشتبه فى دهسها لشخص ما ، وتحديد البنوة والتعرف على بقايا وأشلاء المفقودين والموتى ، وسنتناول فيما يلى كل تطبيق بالتفصيل .

١ - استخدام بصمة الحامض النووى فى القضايا الجنائية :

إن الهدف من استخدام البصمة الوراثية فى هذا المجال هو تحديد هوية صاحب الأثر البيولوجى الموجود فى مسرح الجريمة ، وهذا الأثر يرجع مصدره إلى شخص ما ، ويتم بعد ذلك تقديم المشتبه فيهم من خلال خطة البحث المصممة والمنفذة بواسطة طاقم المباحث والبحث الجنائى ، حيث تجرى المعاملات نفسها والتحاليل نفسها لعمل البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من مسرح الجريمة لتؤكد صلة الشخص بالجريمة لكونه الجانى أو مشاركاً للجانى ، أو موجوداً فى مسرح الجريمة بالصدفة ، وعليه حينئذ أن يقدم ما يثبت ذلك من أدلة .

تشتمل هذه القضايا على وجود ضحية فى مسرح الجريمة، ولكن لا يستدل على المرتكب الحقيقى للجريمة، ولكن توجد عينات تمثل مصدراً بيولوجياً يمكن أن يدل على هوية الشخص.

يتم استدعاء خبير البصمة الوراثية، حيث يكون برفقته ضابط البحث الجنائى ويتم تصوير مسرح الجريمة بالفيديو بواسطة المصور الجنائى ، وعمل رسم كروكى لتحديد الأماكن النسبية للعينات وكيفية توزيعها فى مسرح الجريمة، مع تسجيل نوع كل عينة والتفاصيل الخاصة بها.

من العينات الشائعة فى مثل هذا النوع من الجرائم عينات الدم السائلة والجافة والمتناثرة فى شكل قطرات على الأجسام الصلبة وغير الصلبة، وعينات الشعر، وعينات البول سواء أكانت مختلطة بتراب أم لا، وعينات اللعاب سواء أكانت مختلطة بتراب أم لا، وعينات الأنسجة، وعينات العظام، وأعقاب السجائر، وبقايا الطعام حيث إنها تحتوى على خلايا، وكذلك المخاط سواء الأنفى أم الفموى، وأجزاء الأعضاء أو الأعضاء الكاملة، وكذلك اللعاب المحتوى على خلايا والذى يستخدم أحياناً فى لصق طوابع البريد والأظرف.











(شكل ٨١) إن التعامل مع الجرائم المختلفة من منظور جزيئى يستلزم عدم إهمال أى عينة مهما كان صغر هذه العينة ، سواء جثة كاملة أو بقعة دم أو عينة إفرازات جنسية أو سيجار ، لأن كلاً من هذه العينات يمثل مصدراً لعزل الحامض النووى .

يتم رفع العينات طبقاً للطرق المختلفة لرفع العينات ، مع مراعاة الاحتياطات عند رفع كل عينة كما سبق إيضاحها ، ويقوم خبير البصمة الوراثية بكتابة تقرير علمى يشتمل على ما يلى :

* تحديد المكان الممثل لمسرح الجريمة .

* وصف المكان الممثل لمسرح الجريمة .

* ذكر تفاصيل العينات البيولوجية فى مسرح الجريمة مثل :

- نوع العينة .

- الطبيعة الفيزيائية للعينة مثل الحجم والطول والوزن .

- الطبيعة الكيميائية للعينة مثل لون العينة ورائحتها .

- العينات غير المعاملة والعينات المعاملة فى مسرح الجريمة ، وكذلك نوع كل معاملة تتم فى مسرح الجريمة والهدف منها .

- وجود العينة منتشرة فى شكل عينات صغيرة أم متجمعة .

- وجود العينة فى نمط واحد أم أنماط مختلفة كوجودها فى حالة سائلة، جافة، ورطبة.

- تاريخ أخذ العينة باليوم والشهر والسنة .

- وقت أخذ العينة بالساعة والدقيقة والثانية .

- نوع الوسائل المستخدمة فى نقل العينات ، سواء أكانت أوعية زجاجية أو أوعية من البلاستيك المقوى أو أنابيب اختبار .... إلخ .

- إيضاح البيانات التى تم كتابتها على كل وعاء أو أنبوبة .

- يتم ذكر اسم الخبير رباعيا ودرجته العلمية ودرجته الوظيفية وتوقيعه على كل صفحة من صفحات التقرير.

- يتم إدخال العينات بواسطة الخبير إلى المعمل ، كما يتم وصف المعمل تفصيليا بخاصة وسائل حفظ العينات ، حيث يؤكد عدم تعرض العينات لأى نوع من أنواع التكسير مما يؤثر على كفاءة عملية عزل الحامض النووى ، ثم يتم ذكر التعامل مع العينات بشكل سليم فى المعمل .

- يتم عزل الحامض النووى من العينات البيولوجية التى وصلت للمعمل من مسرح الجريمة ، مع اختيار الطريقة المناسبة لعزل الحامض النووى من كل مكان سبق ذكره، مع مراعاة كافة الاحتياطات عند العزل .

- يتم بعد ذلك اختيار إحدى تقنيات البصمة الوراثية سالفة الذكر .

مع ملاحظة أن كل تقنية تحتاج لبعض الاحتياطات التى يجب توفيرها ، كما سبق إيضاح ذلك فى الفصل الأول ، ثم تتم الخطوات نفسها الخاصة بعزل الحامض النووى ثم عمل البصمة الوراثية ، مع مراعاة اختيار طريقة العزل المناسبة للحامض النووى من كل عينة ، والطريقة المناسبة لعمل البصمة الوراثية وذلك من الأشخاص موضع الاتهام طبقا لخطة البحث .

بعد الحصول على نتائج عمل البصمة الوراثية لكل من العينات البيولوجية الموجودة فى مسرح الجريمة ، والمتهمين والتى تكون فى إحدى الصور التالية :

أ – الحزم والتتابعات الدالة .

ب– أفلام الأشعة السينية .

ج– غشاء التهجين .

د – التسلسلات المقروءة .

تعتبر التسلسلات المقروءة من أحدث وأفضل الطرق المستعملة فى الحصول على البصمة الوراثية ، وبغض النظر عن الطريقة المستخدمة فى الحصول على البصمة الوراثية لعينة بيولوجية من عينة ما فى مسرح الجريمة أو عينة بيولوجية من شخص ما ، حيث يتم

مقارنة النتائج المتحصل عليها لتحديد البصمة الوراثية المتشابهة للأحماض النووية المعزولة من عينات بيولوجية مأخوذة من مسرح الجريمة مع البصمات الوراثية للأحماض النووية المعزولة من المتهمين، ومن الأفضل عمل المقارنة باستخدام الطريقة نفسها مع الأحماض النووية المعزولة من عينات بيولوجية من مسرح الجريمة وأيضاً الأحماض النووية من الأشخاص محل الاتهام.

قد ترتكب فى بعض الأحيان جريمة قتل يعقبها أو يسبقها حدوث اغتصاب للضحية، ومن ثم يوجد فى مسرح الجريمة بالإضافة إلى العينات السابقة إفرازات جنسية وتهتكات خلوية وعينة حيوانات منوية، حيث يتم رفع هذه العينات طبقاً للأسلوب السابق إيضاحه فى طرق رفع العينات من مسرح الجريمة، مع ذكر ذلك تفصيلياً فى تقرير الخبير، مع عزل الحامض النووى من كل عينة ممثلة لعملية الاغتصاب، وأخذ عينة حيوانات منوية من المتهمين طبقاً لأسلوب أخذ العينة الموضح فى طرق أخذ العينات، وعمل البصمة الوراثية لكل حامض نووى معزول سواء من العينات أم الأشخاص محل الاتهام، ثم عمل المقارنات لتحديد البصمة الوراثية السابقة من الأشخاص بالبصمة الوراثية للعينة المأخوذة من مسرح الجريمة ، ولكن التساؤل المثار حينئذ هو :

لماذا لم يتم الاكتفاء بالعينات كالدم والشعر والأنسجة والعظام.. إلخ؟

وبصيغة أخرى :

لماذا يتم رفع عينات الحيوانات المنوية والإفرازات الجنسية، رغم وجود عينات أخرى؟

يحدث فى بعض الجرائم التى يكون وراءها النيل من كرامة شخص هو قيام شخص ما باغتصاب ضحية، ويعتبر ذلك الشخص هو الجانى الأول، وقد يقوم أشخاص بإمساك الضحية والتحكم فى مقاومتها حتى يقوم المغتصب بعملية الاغتصاب، ونتيجة لمقاومة الضحية بيديها من الوارد سقوط تهتكات خلوية أو شعر من هؤلاء الأشخاص الممسكين بها، لذا فتعدد العينات البيولوجية فى هذه الحالة والحرص على رفع جميع العينات المتاحة، يوسع قاعدة التعرف على جميع الجناة المشتركين فى الجريمة.

لابد أن نشير إلى أن الدليل البيولوجى يمكن أن ينتقل خلال ثلاث وسائل هى : الجانى والذى تنتقل عينات منه وتلتصق بالمجنى عليه، وكذلك تنتقل عينات من الجانى إلى مسرح

الجريمة، وكذلك تنتقل بعض العينات من المجنى عليه للجانى، وكذلك لمسرح الجريمة كما فى هذا الشكل .



حيث يمثل اتجاه السهم انتقال العينة البيولوجية من مصدر إلى مصدر آخر .

٢- التعرف على بقايا وأشلاء الموتى والمفقودين :

قد توجد أشلاء موتى أو بعض من أشلاء الموتى مدفونة فى مكان ما نتيجة للقتل الجماعى، أو التعرض لكارثة طبيعية كالحرائق والزلازل وحوادث الطائرات، وقد توجد جثة مدفونة منذ فترة محدودة أو حديثة وتكون ظاهرة على السطح، ويتم أخذ عينة من الأنسجة فى هذه الحالة لاستخدامها فى التعرف على الجثة باستخدام البصمة الوراثية.

من العينات التى تؤخذ من الضحايا حينئذ عينات من العظام وعينات من نخاع العظام، ومن مختلف الأنسجة أو الأعضاء أو أجزاء الخلايا، وكذلك خلايا من لب الأسنان، وينبغى الإشارة إلى أن التعامل مع أشلاء ضحايا القتل الجماعى يجب أن تؤخذ فيه بعض الاحتياطات مثل:

١- أخذ عينات من كل جزء منفصل من الأشلاء على اعتبار أنَّ كل جزء يمثل عينة مستقلة، لاحتمالية أن يمثل هذا الجزء كمصدر بيولوجى ضحية فى حين يمثل جزء آخر ضحية أخرى.

٢- يجب عدم إهمال أى نوع من العينات موجود فى مسرح الجريمة.

٣- الحرص على عدم حدوث تداخل فى العينات الممثلة فى مسرح الجريمة لحظة أخذ العينات، للوصول إلى فصل سليم باستخدام البصمة الوراثية.

يتم أخذ العينات طبقاً لأسلوب أخذ كل عينة كما سبق إيضاح ذلك، مع وضع كل عينة

فى وعاء مناسب ، والتسجيل الرقمى على الوعاء وتسجيل البيانات التفصيلية أمام كل رقم فى دفاتر التسجيل، ونقل ذلك للتخزين على جهاز كمبيوتر مزود برقم سرى للتشغيل ورقم سرى للملف الذى يحتوى على البيانات.

يعتمد الأساس العلمى فى استخدام البصمة الوراثية فى مثل هذا النوع من القضايا على عزل الحامض النووى من كل عينة بيولوجية مأخوذة من مسرح الجريمة (المدفن الجماعى)، وذلك باستخدام طريقة المعاملة المناسبة للعينة وطريقة العزل المناسبة، ثم استخدام إحدى طرق تحديد البصمة الوراثية السابق إيضاحها لكل حامض نووى معزول ممثل لمصدر بيولوجى.

المرحلة الثانية فى تحديد هوية هؤلاء الضحايا، هو الحصول على عينات دم من أفراد العائلات المحتمل انتماء الضحايا لهم بناءً على خطط البحث لفريق البحث الجنائى، حيث يتم عزل الحامض النووى وتحديد البصمة الوراثية، ثم عمل المقارنات المختلفة بين أنماط البصمة الوراثية المحددة من الأحماض النووية المعزولة من العينات البيولوجية الموجودة فى مسرح الجريمة، وأنماط البصمة الوراثية المحددة للأحماض النووية المعزولة من أفراد العائلات، حيث تعطى التشابهات الأعلى - الاحتمال الأكبر لانتماء ضحية ما لعائلة ما، ولنوضح ذلك سنأخذ هذا المثال :

بفرض وجود مقبرة جماعية تضم عشر ضحايا تم تحديد البصمة الوراثية لهم، ثم تم تحديد البصمة الوراثية لخمسة عشر فرداً لخمس عائلات يحتمل انتماء الضحايا لهم، يمكن تحديد البصمة الوراثية كما يلى :

م	البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من مسرح الجريمة	البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من الفرد المنتمى لعائلة ما	نسبة التشابه
١	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة A	٪ ٩٩,٩
٢	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة A	٪ ٩٩,٩١
٣	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة A	٪ ٩٩,٩
٤	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة B	٪ ٩٩,٩١
٥	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة B	٪ ٩٩,١
٦	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة B	٪ ٩٩,١
٧	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة C	٪ ٩٩,١
٨	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة C	٪ ٩٩,٢
٩	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة C	٪ ٩٩,١
١٠	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة D	٪ ٩٩,١
١١	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة D	٪ ٩٩,٢
١٢	تتابع البصمة الوراثية للعينة (١)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة D	٪ ٩٩,١
١٣	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة A	٪ ٨٠
١٤	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة A	٪ ٨٦
١٥	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة A	٪ ٩٠
١٦	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة B	٪ ٩٢
١٧	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة B	٪ ٩٣
١٨	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة B	٪ ٩٢,١

(جدول ٨)

م	البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من مسرح الجريمة	البصمة الوراثية للعينة المأخوذة من الفرد المنتمى لعائلة ما	نسبة التشابه
١٩	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة c	٪ ٩٦
٢٠	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة c	٪ ٩٥
٢١	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة c	٪ ٩٧
٢٢	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٤
٢٣	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٤
٢٤	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٢)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٦
٢٥	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة A	٪ ٩٩,٩٨
٢٦	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة A	٪ ٩٩,٢٧
٢٧	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة A	٪ ٩٩,٢٦
٢٨	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة B	٪ ٩٩,٩٩
٢٩	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة B	٪ ٩٩,٩٨
٣٠	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة B	٪ ٩٩,٩٧
٣١	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة C	٪ ٩٩,٩٣
٣٢	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة C	٪ ٩٩,٩٢
٣٣	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة C	٪ ٩٩,٩١
٣٤	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (١) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٣
٣٥	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٢) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٠
٣٦	تتابع البصمة الوراثية للعينة (٣)	تتابع البصمة الوراثية للفرد (٣) من العائلة D	٪ ٩٩,٩٠

(تابع جدول ٨)

من الملاحظات التى يجب تسجيلها من خلال هذا الجدول ما يلى :

١- البصمة الوراثية للضحية رقم(١) تسجل أعلى معدل تشابه مع البصمات الوراثية لأفراد العائلة A ومن ثم فهو ينتمى إلى هذه العائلة، ويمكن باستخدام وسائل البحث الجنائى التقليدية تحديد الشخص تحديداً دقيقاً أو توسيع مساحة البصمة الوراثية داخل أفراد هذه العائلة لتحديد الأخوات والأبناء أو الأب لهذا الشخص، ومن ثم يمكن تحديد هويته.

٢- البصمة الوراثية للضحية رقم(٢) تسجل أعلى معدل تشابه مع البصمات الوراثية لأفراد العائلة D.

٣- البصمة الوراثية للضحية رقم (٣) تسجل أعلى معدل تشابه مع البصمات الوراثية لأفراد العائلة B .

يمكن عمل شجرة لدرجة القرابة بين الضحية وكل أفراد العائلة التى ينتمى إليها للوصول لتحديد أدق لشخص الضحية ، ويكون تحديد هوية الشخص أقل تعقيدا باستخدام البصمة الوراثية فى حالة الحوادث المعروف انتماء الضحايا لقرية ما رغم وجودهم بشكل مجهول كحروق تختفى معها معالم الجسم ، لذا تكون المقارنة بين الأبناء أو الآباء أو الأخوات للضحية لتحديد هويته مبدئياً من بين من كان قد وجد بها ، ولمن ينتمى من الأسر الصغيرة كحادث حريق قصر ثقافة بنى سويف ، وهذا يساعد فى عملية تحديد التعرف .

لكن فى حوادث القطارات الإقليمية ، والتى تشتمل على جثث محروقة مطموسة المعالم كضحايا قطار الصعيد يكون استخدام البصمة الوراثية أمرا صعبا ، إذ سيتطلب حصر العائلات الذين لديهم أفراد محتمل قيامهم بالسفر فى هذا اليوم ، بخاصة إذا كان هذا اليوم قبل العيد حيث يسافر ٩٩٪ من الأفراد العاملين والمنتمين لأسر تمتد من بنى سويف حتى أسوان .. لذلك يجب مع تسجيل كل رقم قومى لشخص عمل البصمة الوراثية له ، وهو مشروع لابد من إنجازه لكل من يعيش على أرض مصر سواء أكان أجنبيا أم مصريا وعلى الأقل للمصريين ، وإذا تم إنجاز هذا المشروع يمكن من أى عينة بيولوجية لجسم الإنسان سواء كان ضحية كاملة ، أنسجة ، عظاماً ، شعراً ، خلايا ملتصقة ببول أو لعاب، حيوانات منوية ، تهتكات خلوية ، دماً .. إلخ ، تحديد البصمة الوراثية للحامض النووى المعزول

منها، ثم الدخول على قاعد البيانات الوراثية لإدخال البصمة الوراثية حيث يتم مقارنتها مع ملايين البصمات الوراثية الموجودة .

تحديد هوية صاحب هذه العينة مباشرة، ومعرفة كل التفاصيل عنه، بخاصة مع الضحية التى توجد ملقاة فى الصحراء أو فى مكان مهجور .

ومن خلال تحديد البصمة الوراثية لعينة بيولوجية موجودة فى مسرح الجريمة أو كانت ملتصقة بالمجنى عليه ، يمكن إدخالها لقاعدة البيانات الوراثية لتحديد هوية صاحبها مباشرة ومعرفة كل المعلومات عنه.

٣- تحديد المركبات المستخدمة فى حوادث الدهس :

قد يكون هذا النوع من الجرائم متعمداً بحيث يتم مطاردة فرد ما بواسطة سيارة لدهسه بها، أو غير مقصودة كاصطدام السيارة بشخص ما ودهسه، ثم هرب قائد السيارة فى الحالتين، وفى حالة الاشتباه فى السيارة يتم أخذ ورفع أى عينات بيولوجية ملتصقة بالسيارة، والتى تتمثل فى الغالب من عينات دماء أو تسلخات خلوية فى حوادث الدهس ، حيث يتم عزل الحامض النووى من تلك العينات البيولوجية باستخدام الطريقة المناسبة للعزل، ثم تحديد البصمة الوراثية لكل حامض نووى معزول.

وعلى الجانب الآخر يتم تحديد البصمة الوراثية للحامض النووى المعزول من خلايا نسيج من الضحية المدهوس، وبمقارنة البصمتين يمكن تحديد استخدام السيارة فى عملية القتل من عدمه.

٤- القضايا الجنسية :

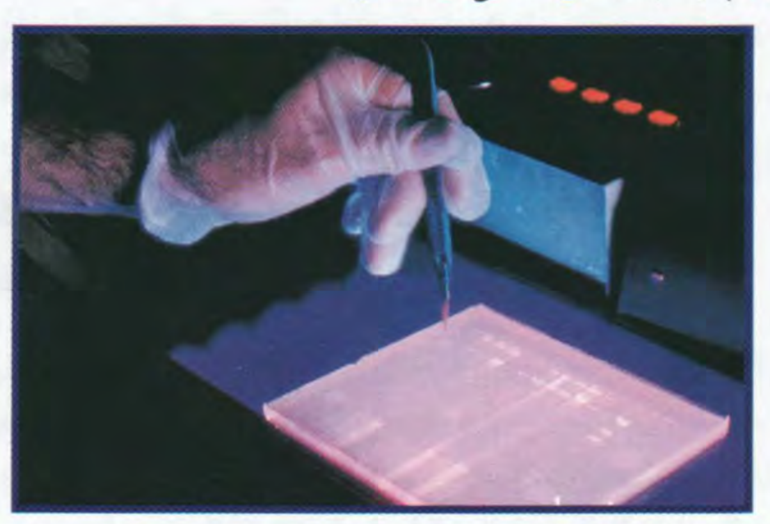
يتم فى هذه القضايا تحديد البصمة الوراثية للمغتصب من خلال الآثار البيولوجية التى يتركها على المجنى عليها ، كوجود آثار من الحيوانات المنوية فى المهبل أو فى فتحة الشرج، أو وجود دم متناثر على جسم المجنى عليها، وقد تكون الآثار البيولوجية للمغتصب موجودة فى مسرح الجريمة ، كالإفرازات الجنسية المتناثرة على الملابس أو ملاءات السرير، وكذلك الدماء الموجودة على ملابس بعض المشتبه فيهم.

يتم تحديد المشتبه فى ارتكابهم جريمة الاغتصاب، حيث يتم أخذ عينة دم من كلٍ منهم، وعزل الحامض النووى ثم تحديد البصمة الوراثية، ومقارنة هذه البصمات الوراثية بالبصمات الوراثية للأحماض النووية للعينات البيولوجية المرفوعة من مكان الجريمة أو من المجنى عليها، حيث يؤدى ذلك لتحديد الجانى تماماً، وشركائه فى حالة وجود شركاء لإتمام الجريمة.

لابد قطعاً لحدوث اغتصاب من وجود أثر بيولوجى للجانى داخل مهبل المجنى عليها، وفى حالة عدم إثبات ذلك فمن الوارد حدوث علاقة ما بين الجانى أو المجنى عليها لكن لم تصل إلى حد الممارسة الجنسية، حتى مع وجود آثار بيولوجية من على شفاة المجنى عليها أو على جسمها أو ملابسها .

٥- قضايا البنوة والنسب:

من القضايا الشائعة الاستخدام فى تكنولوجيا البصمة الوراثية استخدامها فى إثبات أو نفى البنوة ، حيث تتم مقارنة الحزم الوراثية الخاصة بالابن محل الشك بالحزم الوراثية لكل من الأب والأم ، فإذا لم تكن الحزم الدالة للابن تنتمى فى إحداها للأب فإن ذلك يعنى عدم كون الأب أبا لهذا الطفل كما فى هذا الشكل .



(شكل ٨٢) نموذج جل تظهر عليه الحزم الدناوية ، والتى تستخدم فى قضايا البنوة والنسب فى تقنية RFLP .

أما فى حال استخدام جهاز راسم التتابعات فإن مقارنة التسلسلات المقروءة لكل من الابن ، والأب يوضح أبوة الأب للابن من عدمها وكذلك بنوة الابن من عدمها ، ومثالا على ذلك إذا كان تتابع البصمة للأب يعنى : AAT GGG AGGG.

وتتتابع البصمة للابن هو : ATAATTTGCCCG .

وتتابع البصمة للأم هو : TTTAAATTTGG .

بملاحظة التتابع الأخير سنجد أن القاعدة الأزوتية السيتوزين ممثلة رغم عدم وجودها فى بصمة الأم ، ومن ثم فمصدرية رجوعها إلى الأم حينئذ انتفت ، ومن ثم فمصدرها الوحيد المحتمل هو الرجل وبالتالى فمصدر هذه القاعدة رجل آخر غير الأب الظاهر ، وفى مثل هذا النوع من القضايا يتم أخذ عينة دم من كلٍ من :

الأب محل الشك فى أبوته .

والأم محل الثبات فى أمومتها.

والابن محل الشك فى بنوته.

حيث يتم عزل الحامض النووى منها باستخدام الطريقة المناسبة للعزل من الدم كما سبق أن أوضحنا ذلك، ثم يتم تحديد البصمة الوراثية باستخدام إحدى الطرق السابقة، حيث يتم مقارنة النتائج بين الأب والأم والابن .

تستخدم البصمة الوراثية أحياناً لتحديد الأمومة بمعنى كون الأم أماً حقيقية لطفل أم لا، حيث يتم عمل البصمة الوراثية للأم والبصمة الوراثية للطفل، وبمقارنة البصمتين تتضح الرؤية بالنسبة لأمومة هذه الأم لهذا الطفل .

كما تستخدم البصمة الوراثية فى هذا التطبيق فى الفصل فى حالات ادعاء القرابة بغرض الإرث بعد وفاة أحد الأثرياء، وادعاء شخص بنوة طفل أو أكثر، حيث يتم تحديد مصداقية ذلك باستخدام ومقارنة الأنماط الجينية للطرفين .

ومن القضايا الشهيرة فى مجال استخدام البصمة الوراثية لإثبات أو نفى البنوة ما يلى:

تم القبض على امرأة تخطف الأطفال، حيث وجدت الشرطة فى منزل المرأة تسعة أطفال، حيث ادعت أن ثلاثة من الأطفال أولادها ، وتم استخدام البصمة الوراثية لإثبات بنوة الأطفال الثلاثة، والذى تبين من خلال البصمة الوراثية صحة نسبهم إليها، كما أثبتت تقنية البصمة الوراثية نفى أخوة فرد أوهم سيدة أنه أخوها الذى فقدته منذ ثلاثين عاماً .

٦- جرائم السرقة:

عند قيام شخص ما بسرقة شقة أو منزل أو محل، فإنه أثناء قيامه بالسرقة يترك بعض الآثار البيولوجية التى تدل عليه ، ومن أمثلة ذلك بقع الدم نتيجة اصطدام أى جسم صلب أو حاد فى يده، وكذلك عينات الشعر، وأعقاب السجائر، واللعاب الموجود داخل الأوانى التى قام بالشرب منها .

يتم التعامل فى رفع هذه العينات طبقاً لأسلوب رفع كل عينة وطبيعة وجودها، ثم يتم نقلها للمعمل، حيث يتم عزل الحامض النووى من كل عينة طبقاً للطريقة المحددة، ثم يتم عمل البصمة الوراثية للأحماض النووية المعزولة باستخدام أى من الطرق السابق ذكرها فى الفصل الأول .

تؤخذ عينات دم من المشتبه فيهم، حيث يتم عزل الحامض النووى منها، ثم عمل البصمة الوراثية لكل حامض نووى، ومقارنة البصمة الوراثية التى تم الحصول عليها فى مسرح جريمة السرقة مع البصمات الوراثية للأشخاص المشتبه فيهم، ومن تتطابق بصمته الوراثية مع البصمة الوراثية المأخوذة من مسرح الجريمة يكون هو الجانى، ومن المحتمل وهو الأكثر شيوعاً قيام أكثر من فرد بالسرقة، ولذا تتعدد البصمات الوراثية للأحماض النووية المعزولة من العينات البيولوجية فى مسرح الجريمة ، وهذا يقود بعد تحديد البصمات الوراثية للمتهمين إلى اشتراك أكثر من شخص فى عملية السرقة .

وقد لوحظ فى بعض السرقات المنظمة فى الدول المتقدمة قيام الفريق القائم بالسرقة بشراء أكياس دم بشرى من بنوك الدم، ونثر الدم فى أماكن متفرقة من مكان السرقة لتضليل فريق البحث المكلف بإجراء البصمة الوراثية، حيث لا تمثل البصمة الوراثية للحامض النووى المعزول من كرات الدم البيضاء بهذا الدم أياً من مرتكبى الجريمة، لذا فالبحث عن المتناثرات الخلوية الصغيرة المنتشرة فى مكان الجريمة فى هذه الحالة يكون أجدى .





(شكل ٨٣) نماذج للعينات الملوثة للملابس و التى يتم
فيها عزل حامض نووى داخل المعمل .





(شكل ٨٤) يؤدى رفع عينات الدم و عزل الحامض النووى
لها إلى التعرف على هوية الجانى .



(شكل ٨٥) ضحية كاملة يمكن من خلال
بصمة الحامض النووى التعرف
على الجانى فى هذه الحالة .





(شكل ٨٦) دم ملوث لسيارة حيث تدل بصمة الحامض النووى المعزولة من الدم المرفوع من هذه السيارة على تحديد ما إذا كانت هذه السيارة هى التى دهست الضحية أم لا .



(شكل ٨٧) إن استخدام بصمة الحامض النووى فى قضايا البنوة و النسب لهو دليل قاطع فى هذه الحالة .

قائمة بأعضاء فريق خبراء الانتربول للرقابة على الدنا

قائمة بأعضاء فريق خبراء الانتربول للرقابة على الدنا		
البلد	الإسم	الوظيفة والعنوان
الأرجنتين	PADULA Ricardo Agustin	Subcomisario, Jefe de la Division Laboratorio Químico de la Super-intendencia de Policia Cientifica, BUENOS AIRES
استراليا	GIDLEY David	Director of the Victoria Forensic Science Centre, Macleod, MELBOURNE
النمسا	SCHEITHAUER Richard	Director of the Central DNA Laboratory, Institute of Legal Medicine, University of INNSBRUCK Chairman of the Interpol DNA MEG
بلجيكا	LERICHE Anne	Directeur adjoint, Institut national de Criminalistique et de Criminologie, BRUXELLES
فرنسا	PALEOLOGUE Anne	Ingénieur principal, Chef de section Biologie du Laboratoire de Police scientifique, LYON
النرويج	NILSEN Reidar	Detective Superintendent, National Criminal Investigation Services, Laboratory Division, OSLO
جنوب افريقيا	SHEZI Adeline	Reporting Officer for Casework, Forensic Analyst, Captain in the Forensic Science Laboratory, South African Police Service, PRETORIA
اسبانيا	ANDRADAS HERANZ José	Jefe Servicio de Analytica, Comisaria General de Policia Cientifica, MADRID
المملكة المتحدة	FEREDAY Lyn HODGSON Paul	Implementation and Improvement Manager, Forensic Science Service, WOODLEY Detective Chief Inspector, National Crime Faculty, BRAMSHILL
الولايات المتحدة الأمريكية	SMITH Jenifer	FBI Laboratory, Chief DNA Analysis Unit I, WASHINGTON
الأمانة العامة ليون/فرنسا	SCHULLER Werner (A) BRANCHFLOWER Mark (UK)	Specialized Officer, Head of DNA Unit Head of Fingerprint Section

(جدول ٩)

Fournisseur	PE-Biosystems					Promega	
LOCUS	SMG Plus	Profiler	Profiler Plus	Cofiler	Identifiler	Power-Plex	PowerPlex 16
D21S11 (1) (2)	✔		✔		✔		✔
FGA (1) (2)	✔	✔	✔		✔		✔
VWA (1) (2)	✔	✔	✔		✔	✔	✔
THO1 (1) (2)	✔	✔		✔	✔	✔	✔
D3S1358 (1) (2)	✔	✔	✔	✔	✔		✔
D8S1179 (1) (2)	✔		✔		✔		✔
D18S51 (1) (2)	✔		✔		✔		✔
D16S539 (1) (2)	✔			✔	✔	✔	✔
TPOX (2)		✔		✔	✔	✔	✔
CSF1P0 (2)		✔		✔	✔	✔	✔
D13S317 (2)		✔	✔		✔	✔	✔
D7S820 (2)		✔	✔	✔	✔	✔	✔
D5S818 (2)		✔	✔		✔	✔	✔
D19S433 (2)	✔				✔		
D2S1338 (2)	✔				✔		
Penta D							✔
Penta E							✔
Amélogénine (1)	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔

(1) ISSOL : مماثل لمجموعة المواقع المعيارية الأوربية ESS الموصى بها من الـ ENFSI باستثناء الأميلوجنين Amelogenin الذي يعد موقعا اختياريا في الـ ISSOL

(2) 13 موقع CODIS

(جدول ١٠)

إرشادات عامة لملء استمارة الانتربول لطلب التقصي عن سمات الدنا

يجب استخدام هذه الاستمارة للتبادل المجرى يدويا، مثلا بالفاكس أو بالنسخة الورقية

استمارة الانتربول لطلب التقصي عن سمات الدنا

REQUEST

NCB | REF | DATE

NATIONAL OFFICE REQUESTING SEARCH | REF

E-MAIL ADDRESS / PHONE / FAX NUMBER

TO NCB

INFO NCB

OFFENCE

CATEGORY

PLACE | DATE

ADDITIONAL INFORMATION

DNA PROFILE: SUSPECT ☐ CONVICTED ☐ CRIME STAIN ☐ OTHERS ☐

VWA	THO1	D21S11	FGA	D8S1179	D3S1358	D18S51	Amelogenin	ISSOL ©
TPOX	CSF1PO	D13S317	D7S820	D5S818	D16S539	D2S1338	D19S433	other loci
Penta D	Penta E	FES	F13A1	F13B	SE33	CD4	GABA	other loci

IN CASE OF A NEGATIVE SEARCH PLEASE REPEAT THE SEARCH OF THE PROFILE IN YOUR DATABASE

NO ☐ MONTHLY ☐ QUARTERLY ☐ ANNUALLY ☐

REPLY

BY NCB | REF | DATE

TO NCB

INFO NCB

FOLLOWING RESULT HAS BEEN OBTAINED AFTER SEARCH

NEGATIVE SEARCH YES ☐

PROFILE MATCH(ES) MADE YES ☐ HOW MANY

SUSPECT ☐ CONVICTED ☐ CRIME STAIN ☐ OTHERS ☐

PROFILE ADDED TO SEARCHED DATABASE YES ☐ NO ☐

PROFILE WILL BE SEARCHED NO ☐ MONTHLY ☐ QUARTERLY ☐ ANNUALLY ☐

FOLLOWING MATCH(ES) FOUND IN DATABASE SEARCHED

Match No ☐

NCB REFERENCE | SAMPLE REFERENCE

VWA	THO1	D21S11	FGA	D8S1179	D3S1358	D18S51	Amelogenin	ISSOL ©
TPOX	CSF1PO	D13S317	D7S820	D5S818	D16S539	D2S1338	D19S433	other loci
Penta D	Penta E	FES	F13A1	F13B	SE33	CD4	GABA	other loci

ADDITIONAL INFORMATION

ISSOL = The Interpol Standard Set Of Loci. * In case of additional matches use numbered copies of the reply part of this form.

1. اسم مكتب الانتربول المركزي الوطني الطالب

2. فئة الجريمة. استخدم أهم العناوين فقط مثلا قتل، اغتصاب ...الخ.

3. المكان الذي ارتكب أو كشفت فيه الجريمة أو المكان الذي رُفعت منه بقع الجريمة.

4. التاريخ الذي ارتكبت أو كشفت فيه الجريمة.

5 . يجب ان تكون سمات الدنا المعدة للتبادل قد أعدت وفقا لبرنامج ضمان نوعية معترف به.

6. في حال وجود تطابقات إضافية، يجب استخدام نسخ مرقمة من قسم الإجابة في هذه الاستمارة.

7. لكل سمة مطابقة يجب ان يذكر الرقم المرجعي للمكتب المركزي الوطني والرقم المرجعي للعينة.

8 . حيز للمعلومات الملائمة التي قد تساعد في التحقيق

(جدول ١١)

استمارة الإنتربول لطلب البحث عن سمات الدنا

استمارة طلب الإنتربول لطلب التقصي عن سمات الدنا

الطلب

التاريخ | المرجع | المكتب المركزي الوطني

المرجع | المكتب المركزي الوطني الطالب

العنوان الالكتروني E-MAIL /الهاتف/الفاكس

الى المكتب المركزي الوطني

نسخة لاطلاع المكتب المركزي الوطني

الجريمة

الفئة

التاريخ | المكان

معلومات إضافية

سمات الدنا

☐ متهم ☐ مدان ☐ بقع مكان الجريمة ☐ غيرها

VWA	THO1	D21S11	FGA	D8S1179	D3S1358	D18S51	Amelogenin	ISSOL ①

TPOX	CSF1P0	D13S317	D7S820	D5S818	D16S539	D2S1338	D19S433	otros loci

Penta D	Penta E	FES	F13A1	F13B	SE33	CD4	GABA	otros loci

إذا كانت نتيجة البحث **سلبية** يرجى تكرار التقصي عن السمات في قاعدة بياناتكم

☐ سنويا ☐ كل ثلاثة أشهر ☐ شهريا ☐ لا

الإجابة

التاريخ | المرجع | من المكتب المركزي الوطني

الى المكتب المركزي الوطني

نسخة للمكتب المركزي الوطني

النتائج المحصلة من التقصي

ملاحظة: لا يتحمل الانتربول المسؤولية عن دقة ونوعية المعلومات الواردة في هذه الإجابة

مطابقة سلبية نعم ☐

عمليات تطابق السمات نعم ☐ كم عددها

متهم ☐ مدان ☐ البقع ☐ غيرها ☐

السمات المضافة الى قاعدة البيانات التي أجرى فيها التقصي نعم ☐ لا ☐

سيجري التقصي عن السمات لا ☐ شهريا ☐ كل 3 أشهر ☐ سنويا ☐

② إثر كشف تطابق (تطابقات) في قاعدة البيانات لتي أجري فيها التقصي

مطابقة رقم ☐ ②

مرجع العينة | مرجع المكتب المركزي الوطني

VWA	THO1	D21S11	FGA	D8S1179	D3S1358	D18S51	Amelogenin	① غيرها

TPOX	CSF1P0	D13S317	D7S820	D5S818	D16S539	D2S1338	D19S433	غيرها loci

Penta D	Penta E	FES	F13A1	F13B	SE33	CD4	GABA	غيرها loci

معلومات إضافية

① ISSOL = مجموعة المواقع المعيارية الخاصة بالأنتربول (LOCI) ② عند طلب مطابقات إضافية، يرجى استعمال نسخ مرقمة من الجزء المخصص للرد في هذه الاستمارة.

(جدول ١٢)

مجموعة المواقع المعيارية الخاصة بالإنتربول ISSOL

مجموعة المواقع (LOCI) المعيارية الخاصة بالانتربول ISSOL

الموقع	مثال	
VWA	15	20
TH01	3	6
D21S11	8	9.3
FGA	5	5
D8S1179	12	13
D3S1358	15	R
D18S51	13	15
الخيار		
Amelogenin	X	Y

مجموعة العناصر المدخلة الى قاعدة بيانات الدنا الخاصة بالانتربول يجب أن لا تقل عن 6 متكررات زوجية قصيرة (STR)

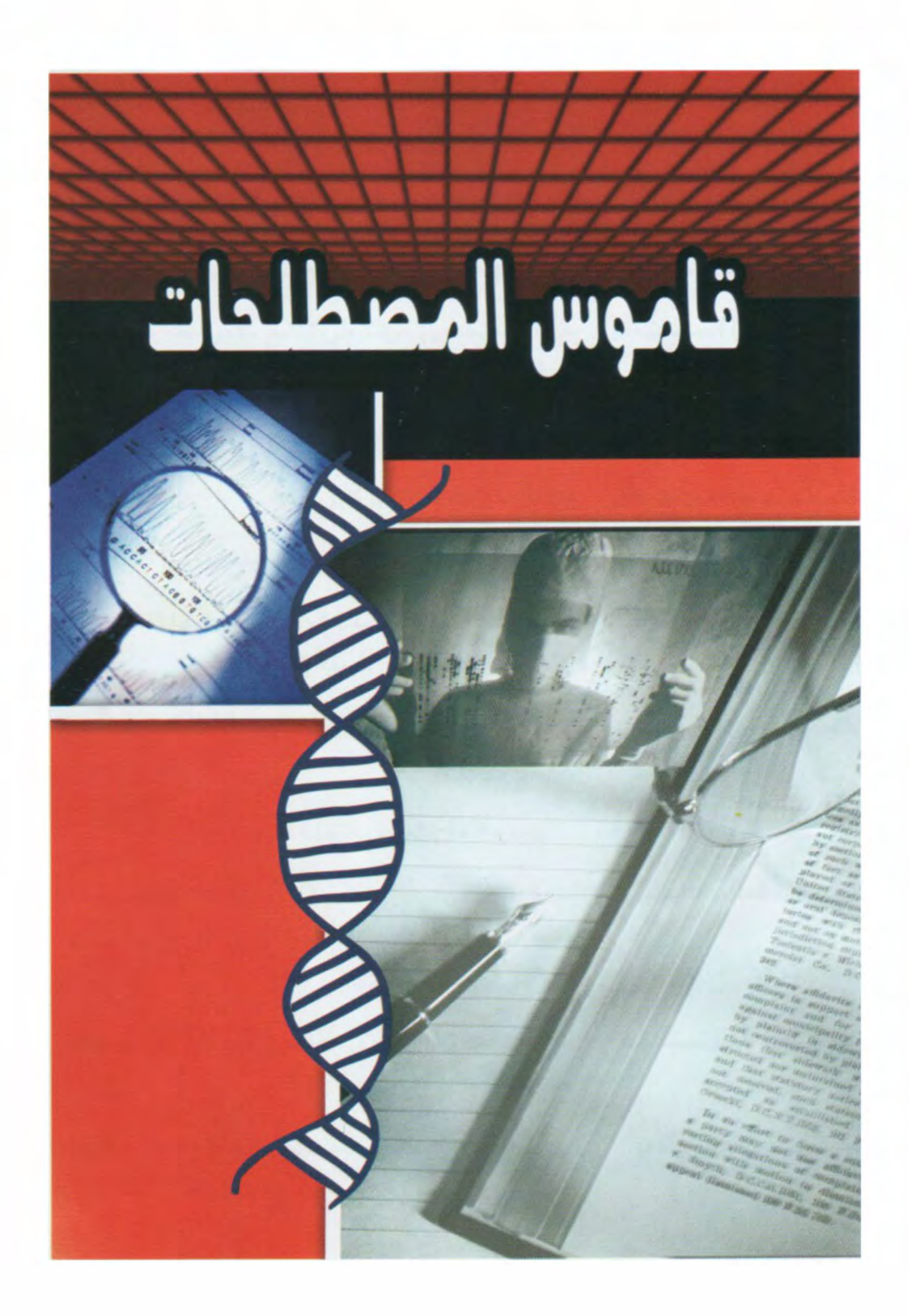
R = تنوع (Allele) نادر الحدوث غير وارد في قائمة التنوعات المقبولة في قواعد البيانات الوطنية

(جدول ١٣)

جدول بأكثر المواقع (loci) استعمالا في العالم

مواقع CODIS الأساسية (الولايات المتحدة)	مواقع مستخدمة في العديد من قواعد البيانات الأوربية (كما في ألمانيا وبلجيكا وسويسرا والمملكة المتحدة وهولندة)	مجموعة المواقع المعيارية الخاصة بالأنتربول ISSOL هي نفس المجموعة المعيارية الأوربية
D5S818		
D7S820		
D13S317		
CSF1PO	D2S1338	
TPOX	D19S433	
D16S539	D16S539	
D18S51	D18S51	D18S51
D8S1179	D8S1179	D8S1179
D3S1358	D3S1358	D3S1358
TH01	TH01	TH01
VWA	VWA	VWA
FGA	FGA	FGA
D21S11	D21S11	D21S11

(جدول ١٤)


قاموس المصطلحات

حامــــض نـــــووى : شريط حامل للمعلومات الوراثية ويوجد إما داخل النواة كالدنا أو فى السيتوبلازم كالرنا.

هـجـــــرة كهربيــــــة : هجرة حزم الدنا فى الاتجاه المضاد للمجال الكهربى.

تفاعل البلمـرة المتسلسـل : تفاعل يهدف إلى تضخيم نسخ تتابع دناوى معين.

طريقـــــــة الســـــاذر : طريقة تستخدم للتعرف على تتابع ما بواسطة منقب معلم وباستخدام النقل على غشاء من النايلون.

الـــجــــــــــــل : أجاروز ذائب فى محلول منظم ثم جمد.

تتابــــع نيـوكليوتيـدى : تتابع معروف من النيوكليوتيدات.

التتابعات القصيرة المتكررة : تتابعات قصيرة متكررة تكون لصيقة ببعض الجينات.

تقنيــة الحـــزم الوراثيـــة : تقنية من تقنيات البصمة الوراثية يتم فيها تقطيع الدنا لقطع عديدة ثم تطبق طريقة الساذر.

الدنـــا الميتوكونديـــرى : نوع من الحامض النووى الدناوى DNA يوجد داخل الميتوكونديريا.

مـــــــــــادة EDTA : مادة مانعة للتجلط بالنسبة للدم .

إنزيم البلمرة الحفزى الثابت حراريا : إنزيم يعمل فى درجة حرارة ٧٢ْ وباستخدام وحدات البناء الأربع A،T،G،C ، ويستخدم فى تفاعل يؤدى لتكوين سلاسل جديدة من الدنا.

فــــك الحلزنــــــة : تحويل الشريط الدناوى المزدوج DNA إلى شريطين مفردين SSDNA.

البـــــــــــــادئ : تتابــع نيوكليوتيــدى قصيــر يرتبـط بسلسلــة الدنــا المفردة لكى يقوم إنزيم Taq بالبناء ومد سلسلة تتابع البـادئ.

المنقـــــــــــــــب : تتابع قصير معلم إشعاعياً للارتباط مع التتابع المكمل للتعرف عليه.

الإثيـديـــوم بروميـــد : مركب مخلبى له القدرة على التداخل بين القواعد الآزوتية، وهو مادة مفلورة تحت الأشعة فوق البنفسجية، ويستخدم للكشف عن حزم الدنا .

سلسلـــــــــــــــة : رسم التتابعات الدناوية بواسطة جهاز راسم التتابعات DNA- Sequencer.

الفلـــــوروميتـــــر : وحدة من وحدات راسم التتابعات الدناوية تقوم بتحويل الكثافة اللونية إلى قمم Peaks.

الأوتـــــوكـــــــلاف : جهاز يستخدم درجة الحرارة تحت ضغط فى تعقيم بعض الأدوات.

النيتروجين السائل المبـرد : نيتروجين تحول إلى غاز بواسطة الضغط ويستخدم لطحن عينات الأنسجة والعظام.

فـلـــــــــــــــورة : انبعاث وميض من المواد ذات القابلية للفلورة.

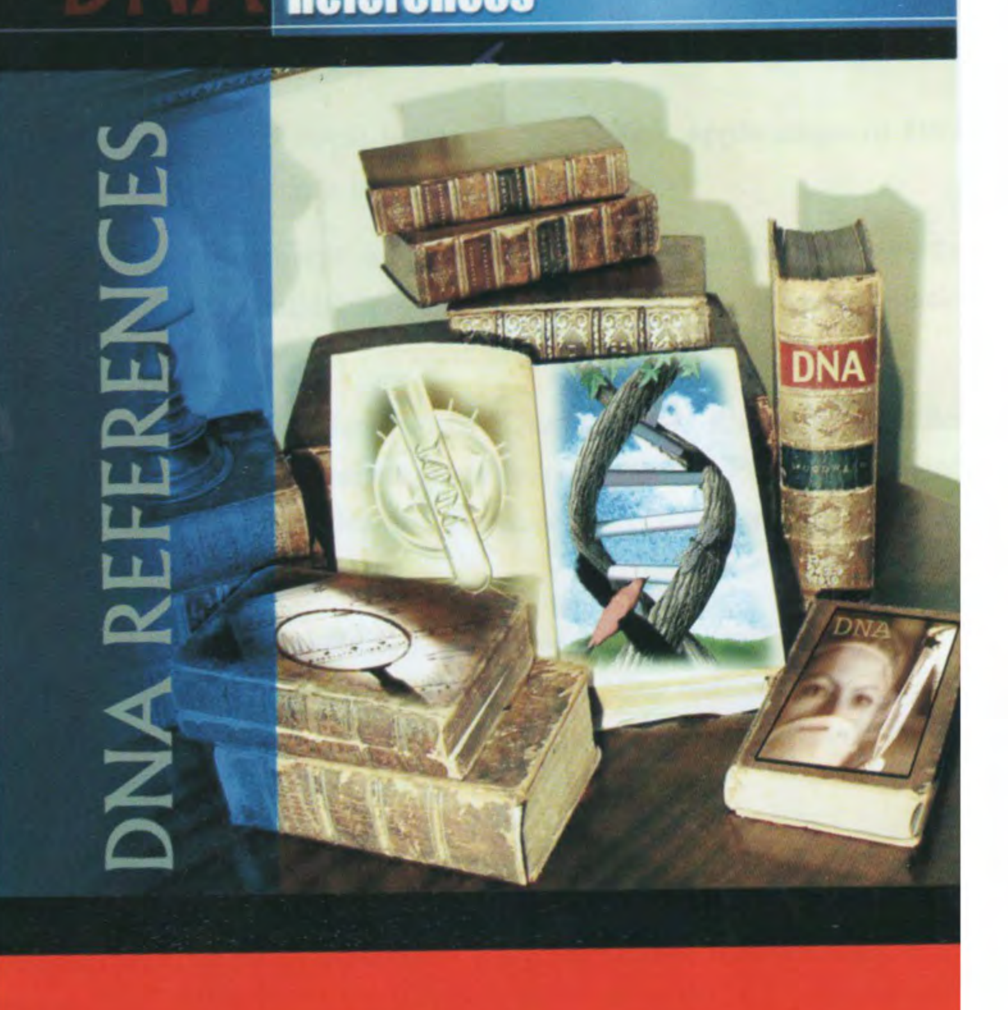
الأكســـونـــــــــات : تتابعات مشفرة حيث تؤدى لتكوين أحماض أمينية.

الانتـــرونـــــــــات : تتابعات غير مشفرة حيث تؤدى لتكوين أحماض أمينية، ولكن لها دور تنظيمى .

المراجع

DNA

References



Aaspollu, A. and Kelve, M. 2003, The first criminal case in Estonia with dogs. DNA data admitted as evidence. International Congress Series, 1239, pp. 847-851.

Alvarez, M. Juusola, J. and Ballantyne, J. 2004, An mRNA and DNA co-isolation method for forensic casework samples. Analytical Biochemistry, pp . 289-298.

Barbaro, A. P. Cormaci and Barbaro, A. DNA analysis from mixed biological materials. 2004, Forensic Science International, 146, S123- P. 125.

Beyleveld, D. 1997, Ethical issues in the forensic applications of DNA analysis. Forensic Science International, P. 3-15.

Capelli, C. Tschentscher, F. and Pascali, V.L. 2003, Ancient 'protocols for the crime scene : Similarities and differences between forensic genetics and ancient DNA analysis. Forensic Science International, P. 59-64.

Chum-I Less, J. and Jan-Gowth Chang. 1994, Random amplified polymorphic DNA polymerase chain reaction (RAPD PCR) fingerprints in forensic species identification. Forensic Science International, P. 103-107.

Dawkins, L. R. and Gaudieri, S. 2003, Use of the genomic matching technique to complement multiplex STR profiling reduces DNA profiling costs in high volume crimes and intelligence led screens. Forensic Science International, pp . 249-257.

Eichmann, C. Berger, B. Steinlechner, M. and Parson, W. 2005, Estimating the probability of identity in a random dog population using 15 highly polymorphic canine STR markers. Forensic Science International. P. 37-44.

Evett, I.W. Scrange, J. and Pinchin, R. 1992, Efficient retrieval from DNA databases: Based on the second European DNA profiling group collaborative experiment. Forensic, Science International, P. 45-50.

Gonzalez-Andrade, F. Sánchez-Q, D. and Martínez-Jarreta, B. 2004, DNA research in sexual offences: Experience in Ecuador.. International Congress Series, pp . 544-546.

Gupta, S. K. Verma, S. K. and Singh, L. 2005, Molecular insight into a wildlife crime: the case of a power full slaughter. Forensic Science International, P. 214-217.

Gyllensten, U. B. Josefsson, A. Schemschat, K. Saldeen, T. and Petterson, U. 1992, DNA typing of forensic material with mixed genotypes using allele- specific enzymatic amplification (polymerase chain reaction). Forensic Science International, pp . 149-160.

Imaizumi, K. Saitoh, K. Sekiguchi, K. and Yoshino, M. 2002, Identification of fragmented bones based on anthropological and DNA analyses: case report. Legal Medicine, P. 251-256.

Kondo, T. Keil, W. Weichhold, G. and Bayer, B. 1997, DNA typing from stained sperm-positive vaginal smears: four rape cases. Journal of Clinical Forensic Medicine, pp . 81-84.

Logtenberg, H. and Bakker, E. 1988, The DNA fingerprint Endeavour, P. 28-33.

Mameli, P. A. Bellino, C. My D. and Garofano, L. 2004, Forensic identification of two murderers by DNA multi-reverse parental analysis. International Congress Series, pp . 434-436.

Mameli, P. A. Maugeri, G. and Garofano, L. 2004, Identifying the culprit

from LCN DNA obtained from saliva and sweat traces linked to two different robberies and use of a database. International Congress Series, pp . 443-445.

Mameli, P. A. My, D. and Garofano, L. 2004, Forensic identification of a murderer by LCN DNA collected from the inside of the victims car. International Congress Series, pp. 437-439.

Martin, P. D. National DNA databases- Practice and Practicability. A forum for discussion. International Congress Series, pp . 1-8.

Martin, P. D. Schmitter, H. and Schneider, P. M. 2001, Abrief history of the formation of DNA databases in forensic science within Europe. Forensic Science International, Issue2, 15 P. 225-231.

McNevin, D. Wilson-Wilde, L. Robertson, J. Kyd, J. and Lennard, C. 2005, Short tandem repeat (STR) genotyping of keratinized hair: Part1. Review of current status and knowledge gaps. Forensic Science International, P. 237-246.

Salas, A. Rasmussen, Lareu, E.M. Morling, M.V. N. and Carracedo, A. 2001, Fluorescent SSCP of overlapping fragments (FSSCP-OF): a highly sensitive method for the screening of mitochondrial DNA variation. Forensic Science International, 124, P. 97-103.

Schneider, P. M. and Martin, P. D. 2001, Criminal DNA databases: the European situation. Forensic Science International, pp . 232-238.

Shulz, M.M. Wehner, H.-D. Reichert, W. and Graw, M. 2004,. Ninhydrin-dyed latent fingerprints as a DNA source in a murder case. Journal of Clinical Forensic Medicine, pp . 202-204.

Spitaleri, S. S. Piscitello, D. and Travali, S. 2004, DNA typing from stell

cable. International Congress Series, P. 473-475.

Tack, L. C. Thomas, M. and Reich, K. 2005, Automated Forensic DNA Purification Optimized for FTA Card Punches and Identifiler STR-based PCR Analysis. Journal of the Association for Laboratory Automation, P. 231-236.

Ward, J. Peakall, R. Gilmore, S.R. and Robertson, J. 2005, A molecular identification system for grasses: a novel technology for forensic botany. Forensic Science International, P. 121-131.

Werrett, D. J. 1997, The National DNA Database. Forensic Science International, P. 33-42.

Zhang, J. Hou, Y.P. Wu, J. Li, Y.B. and Wang, Y.F. 2003, A new useful STR locus for forensic analysis. International Congress Series, P. 181-185.

هذه الموسوعة:

إنها الموسوعة الأولى فى العالم العربى والتى تعرض أحدث تقنيات تحقيق الأدلة الجنائية، حيث تتناول هذه الموسوعة التطبيقات المختلفة لاستخدام بصمة الحامض النووى فى مجال الجريمة، كما تناقش الإدارة الأمنية لاستخدامات تكنولوجيا الحامض النووى فى المجال الجنائى وبخاصة ما يتعلق بقواعد البيانات الوراثية، كما تناقش الموسوعة الجوانب التشريعية المتعلقة باستخدام بصمة الحامض النووى فى مجال الجريمة.

و فى هذا الجزء نتناول:

مفهوم الحامض النووى وتركيبه ووظيفته، ومفهوم الجينوم وخصائصه، كما نتناول مفهوم بصمة الحامض النووى وتقنياتها ومميزاتها كما نعرض لأنماط وأنواع وحالات العينات البيولوجية التى يتم عزل الحامض النووى منها، ونناقش التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا الحامض النووى فى قضايا السرقة والاغتصاب والبنوة والنسب وحوادث دهس المركبات، وجرائم القتل والتزييف المورفولوجى (الشكلى) للعمر، ونتناول الأخطاء المحتملة فى الإثبات الجنائى باستخدام بصمة الحامض النووى.

على أن نلتقى فى الأجزاء القادمة فى تفصيلات أخرى إن شاء الله .

المؤلفان

مطابع الشرطة ٠٣٠٢٠٣٠٥٩٠

دار الفكر العربى